

RUBIA ELAINE MOISA

**AVALIAÇÃO QUALITATIVA DE PASSIVOS AMBIENTAIS EM  
POSTOS DE SERVIÇO ATRAVÉS DO MÉTODO DE ANÁLISE  
HIERÁRQUICA DE PROCESSO**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.) em Engenharia de Processos Químicos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Georges Kaskantzis  
Neto

CURITIBA

2005

Moisa, Rubia Elaine

Avaliação qualitativa de passivos ambientais em postos de serviço através do método de análise hierárquica de processo / Rubia Elaine Moisa. - Curitiba, 2005.

xviii, 157 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Georges Kaskantzis Neto

Dissertação (Mestrado) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

Inclui Bibliografia.

1. Posto de combustível. 2. Métodos multicriteriais. 3. Análise hierárquica de processo. 4. Passivos ambientais. 5. Posto de combustível - aspectos ambientais. 6. Gestão ambiental. I. Kaskantzis Neto, Georges. II. Título. III. Universidade Federal do Paraná.

CDD 658.52

*Dedico aos meus pais  
Rubens e Estela  
exemplos de perseverança*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Georges Kaskantzis Neto, pelo apoio na orientação deste trabalho.

À Universidade Federal do Paraná, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia pela oportunidade oferecida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico – Brasil (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Rômulo pela boa vontade, disposição e por todas as aulas sobre postos de serviço.

Ao Sandro pelas aulinhas de inglês.

Ao meu querido Rodrigo pelo incentivo inicial, por todo apoio ao longo do trabalho, pelo carinho, compreensão e paciência.

A todos que me ajudaram de uma forma ou de outra, mesmo sem saber, no desenvolvimento desta pesquisa.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS.....</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>xvii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xviii</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>3</b>
2.1. IMPACTOS AMBIENTAIS.....	3
2.2. PASSIVOS AMBIENTAIS.....	4
2.3. MÉTODO DE ANÁLISE MULTICRITERIAL.....	7
2.4. POSTOS DE SERVIÇO.....	20
2.4.1. <i>Caracterização da atividade e potenciais poluentes.....</i>	<i>20</i>
2.4.2. <i>Legislação ambiental.....</i>	<i>24</i>
2.4.3. <i>Sistema de abastecimento subterrâneo de combustíveis</i> <i>(SASC).....</i>	<i>27</i>
2.4.4. <i>Unidades de abastecimento.....</i>	<i>35</i>
2.4.5. <i>Filtro tipo prensa.....</i>	<i>36</i>
2.4.6. <i>Detecção de vazamentos.....</i>	<i>38</i>
2.4.7. <i>Coleta e tratamento de águas residuárias.....</i>	<i>40</i>
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>42</b>
3.1. ESTRUTURAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PROCESSOS PARA POSTOS DE SERVIÇO.....	43
3.1.1. <i>Estruturação hierárquica do problema.....</i>	<i>43</i>
3.1.2. <i>Estruturação dos critérios de análise.....</i>	<i>46</i>
a) Filtro tipo prensa.....	46
b) Caixa separadora de água e óleo (SAO).....	49
c) Tanque subterrâneo de armazenagem de combustíveis.....	51
d) Bombas de abastecimento.....	54
e) Poços de monitoramento de água subterrânea.....	56

f) Troca de óleo lubrificante.....	58
g) Piso.....	60
h) Canaletas para contenção de vazamentos.....	62
i) Linha de respiro.....	64
j) Resíduos sólidos.....	66
k) Administração.....	68
3.1.3. <i>Peso dos critérios de análise</i> .....	70
3.2. DESENVOLVIMENTO DO FORMULÁRIO PARA COLETA DE DADOS.....	84
3.3. DESCRIÇÃO DOS POSTOS DE SERVIÇO.....	87
3.4. APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PROCESSO EM POSTOS DE SERVIÇO.....	92
3.5. VALIDAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PROCESSO.....	93
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	96
4.1. OBTENÇÃO DOS PESOS PARA OS CRITÉRIOS DE ANÁLISE.....	96
4.2. DETERMINAÇÃO DAS PRIORIDADES LOCAIS PARA OS POSTOS DE SERVIÇO.....	101
4.3. DETERMINAÇÃO DAS PRIORIDADES GLOBAIS PARA OS POSTOS DE SERVIÇO.....	118
4.4. VALIDAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PROCESSO.....	123
<b>5. CONCLUSÃO</b> .....	128
<b>6. SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS</b> .....	131
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	132
<b>ANEXOS</b> .....	138

## LISTA DE FIGURAS

2.1	Fluxograma geral do funcionamento do método de análise hierárquica de processo (AHP).....	12
2.2	Estrutura da hierarquia simples do método AHP.....	13
2.3	Esquema do sistema de abastecimento subterrâneo de combustíveis.....	28
2.4	Desenho esquemático de um tanque jaquetado.....	29
2.5	Vista externa da câmara de acesso à boca de visita.....	32
2.6	Vista interna da câmara de acesso à boca de visita.....	32
2.7	Câmara de descarga selada.....	33
2.8	Válvula de retenção de esfera flutuante.....	33
2.9	Tubulações metálicas flexíveis.....	34
2.10	Desenho esquemático de válvula condensadora de vapores.....	34
2.11	Válvula de retenção para unidade abastecedora.....	35
2.12	Válvula de segurança contra abalroamento.....	35
2.13	Câmara de contenção de vazamentos para bomba de abastecimento em corte.....	36
2.14	Filtro tipo prensa com reservatório de diesel cilíndrico horizontal.....	37
3.1	Representação simplificada da estrutura hierárquica proposta.....	45
3.2	Estrutura hierárquica do critério de análise filtro tipo prensa.....	48
3.3	Estrutura hierárquica do critério de análise SAO.....	50
3.4	Estrutura hierárquica do critério de análise tanque subterrâneo de armazenamento de combustíveis.....	53
3.5	Estrutura hierárquica do critério de análise bombas de abastecimento.....	55
3.6	Estrutura hierárquica do critério de análise poços de monitoramento de água subterrânea.....	57
3.7	Estrutura hierárquica do critério de análise troca de óleo lubrificante.....	59
3.8	Estrutura hierárquica do critério de análise piso.....	61

3.9	Estrutura hierárquica do critério de análise canaletas para contenção de vazamentos.....	63
3.10	Estrutura hierárquica do critério de análise linha de respiro.....	65
3.11	Estrutura hierárquica do critério de análise resíduos sólidos.....	67
3.12	Estrutura hierárquica do critério de análise administração.....	69
3.13	Aumento da possibilidade de geração de passivos ambientais segundo os critérios de análise.....	75
3.14	Formulário para a coleta de dados em posto de serviço.....	85
3.15	Localização dos postos de serviço visitados no interior do Estado do Paraná.....	88
3.16	Localização dos postos de serviço visitados no município de Curitiba.....	89
3.17	Localização dos postos de serviço visitados na região metropolitana de Curitiba.....	90
3.18	Distribuição dos postos estudados segundo sua localização.....	91
3.19	Distribuição dos postos estudados segundo sua classificação.....	91
3.20	Distribuição dos postos estudados segundo sua classificação do entorno.....	92
4.1	Câmara de contenção de vazamentos instalada sob o filtro tipo prensa do posto P10.....	105
4.2	Manômetro de filtro tipo prensa em mau estado de conservação.....	106
4.3	Postos com maior potencialidade de geração de passivos ambientais em relação ao critério filtro prensa.....	106
4.4	Postos com maior potencialidade de geração de passivos ambientais em relação ao critério SAO.....	107
4.5	Boca de descarga de combustíveis com manchas no calçamento ao redor.....	109
4.6	Postos com maior potencialidade de geração de passivos ambientais em relação ao critério tanques de armazenamento de combustíveis.....	109
4.7	Postos com maior potencialidade de geração de passivos ambientais em relação ao critério poços de monitoramento de água subterrânea.....	110



4.8	Área de armazenamento de óleo lubrificante usado do posto P6 sem piso impermeável ou canaleta de contenção de vazamentos construídos.....	111
4.9	Área de armazenamento de óleo lubrificante usado do posto P7 com piso impermeável e canaleta de contenção de vazamentos construídos.....	111
4.10	Piso impermeável com rachaduras na área de abastecimento de veículos do posto P6.....	112
4.11	Postos com maior potencialidade de geração de passivos ambientais em relação ao critério piso.....	112
4.12	Postos com maior potencialidade de geração de passivos ambientais em relação ao critério canaletas para contenção de vazamentos.....	113
4.13	Armazenamento de resíduos sólidos empregado no posto P7.....	114
4.14	Postos com maior potencialidade de geração de passivos ambientais em relação ao critério resíduos sólidos.....	115
4.15	Postos com maior potencialidade de geração de passivos ambientais em relação ao critério administração.....	116

## LISTA DE TABELAS

2.1	Escala de julgamentos da Saaty.....	14
2.2	Valores de CA para matrizes de comparação.....	19
2.3	Atividades, fontes de contaminação e resíduos gerados em postos de serviço.....	21
2.4	Fatores de agravamento das classes dos postos de serviço.....	26
2.5	Dispositivos de segurança obrigatórios para postos segundo sua classificação.....	31
3.1	Valor do estímulo inicial segundo os critérios de análise.....	77
3.2	Pesos dos elementos do critério poços de monitoramento de água subterrânea.....	77
3.3	Pesos dos elementos do critério tanque subterrâneo de armazenagem de combustíveis.....	78
3.4	Pesos dos elementos do critério piso.....	79
3.5	Pesos dos elementos do critério canaletas para contenção de vazamentos.....	80
3.6	Pesos dos elementos do critério filtro tipo prensa.....	81
3.7	Pesos dos elementos do critério SAO.....	81
3.8	Pesos dos elementos do critério bombas abastecedoras.....	82
3.9	Pesos dos elementos do critério troca de óleo lubrificante.....	82
3.10	Pesos dos elementos do critério resíduos sólidos.....	83
3.11	Pesos dos elementos do critério administração.....	83
3.12	Pesos dos elementos do critério linha de respiro.....	84
3.13	Pesos dos critérios para o modelo de priorização por lista de critérios.....	94
3.14	Valores atribuídos para os resíduos estudados.....	94
4.1	Pesos dos critérios de análise segundo os postos de serviço.....	97
4.2	Ordem da possibilidade de geração de passivos ambientais.....	98
4.3	Matriz de comparações paritárias entre os postos estudados para o critério filtro tipo prensa.....	102

4.4	Matriz de sintetização das prioridades locais para os postos de serviço.....	104
4.5	Agrupamento dos postos segundo a potencialidade de geração de passivos ambientais em relação aos critérios bombas abastecedoras, troca de óleo lubrificante e linha de respiro.....	117
4.6	Prioridades globais para os postos de serviço estudados.....	119
4.7	Ordenação de potencialidade de geração de passivos.....	119
4.8	Matriz de sintetização das prioridades locais para os resíduos gerados.....	123
4.9	Prioridades globais para os resíduos gerados.....	124
4.10	Ordenação dos resíduos gerados segundo método AHP.....	125
4.11	Ordenação dos resíduos gerados segundo os NP.....	125
4.12	Comparação das ordenações obtidas pelos métodos de priorização por lista de critérios e análise hierárquica de processo para os resíduos gerados.....	126

## LISTA DE SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AHP	Análise hierárquica de processo
AIA	Avaliação do impacto ambiental
ANP	Agência Nacional de Petróleo
BTEX	Benzeno, tolueno, etil-benzeno e xileno
CFATF	<i>Civilian Federal Agency Task Force</i>
CFC	Clorofluorcarbono
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EIA	Estudo de impacto ambiental
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
LMC	Livro de movimento de combustíveis
NBR	Norma Brasileira
ONU	Organização das Nações Unidas
PAH	Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos
SAO	Caixa separadora de água e óleo
SASC	Sistema de abastecimento subterrâneo de combustíveis
UF	Unidade federativa
A	Peso para o critério de análise filtro tipo prensa
AA <sub>G</sub>	Peso do elemento área de abastecimento do subcritério localização do critério piso
AA <sub>H</sub>	Peso do elemento área de abastecimento do subcritério localização do critério canaletas
A <sub>F</sub>	Peso do subcritério armazenamento do critério troca de óleo lubrificante
A <sub>I</sub>	Peso do elemento altura do subcritério instalação do critério linha de respiro
a <sub>ij</sub>	Valor do julgamento entre o elemento C <sub>i</sub> em relação ao elemento C <sub>j</sub>
a <sub>ij</sub>	Valor do julgamento entre o elemento C <sub>i</sub> em relação ao elemento C <sub>j</sub>
a <sub>ik</sub>	Elemento da matriz de comparação paritária localizado na linha i e coluna k, sendo k um número natural inteiro entre 1 a ordem da matriz

$A_J$	Peso do subcritério armazenamento do critério resíduos sólidos
$a_{ji}$	Valor do julgamento entre o elemento $C_j$ em relação ao elemento $C_i$
$a_{kj}$	Elemento da matriz de comparação paritária localizado na linha $k$ , sendo $k$ um número natural inteiro entre 1 e a ordem da matriz, e coluna $j$
$ANBR_K$	Peso do subcritério adequação à NBR 13786 do critério administração
$AO_G$	Peso do elemento armazenamento de óleo do subcritério localização do critério piso
$AO_H$	Peso do elemento armazenamento de óleo do subcritério localização do critério canaletas
$ATO_G$	Peso do elemento troca de óleo do subcritério localização do critério piso
$ATO_H$	Peso do elemento troca de óleo do subcritério localização do critério canaletas
$B$	Peso para o critério de análise caixa separadora de água e óleo
$C$	Peso para o critério de análise tanque subterrâneo de armazenamento de combustíveis
$CA$	Índice de consistência aleatória
$C_E$	Peso do elemento contaminação visual do subcritério inspeção do critério poços de monitoramento de água subterrânea
$CE_K$	Peso do subcritério classificação do entorno do critério administração
$C_G$	Peso do elemento contaminação do subcritério conservação do critério piso
$C_i$	Elemento da linha $i$
$C_l$	Peso do subcritério contaminação do critério linha de respiro
$C_j$	Elemento da coluna $j$
$CP_E$	Peso do elemento cheiro de combustível do subcritério inspeção do critério poços de monitoramento de água subterrânea
$D$	Peso para o critério de análise bombas de abastecimento
$D_C$	Peso do elemento derramamentos do subcritério proteção do critério tanque subterrâneo de armazenamento de combustíveis
$DC_G$	Peso do elemento descarga de combustível do subcritério localização

	do critério piso
DC <sub>H</sub>	Peso do elemento descarga de combustível do subcritério localização do critério canaletas
D <sub>F</sub>	Peso do subcritério destinação do critério troca de óleo lubrificante
D <sub>H</sub>	Peso do elemento desnivelamento do subcritério conservação do critério canaletas
D <sub>J</sub>	Peso do subcritério destinação do critério resíduos sólidos
E	Peso para o critério de análise poços de monitoramento de água subterrânea
E <sub>A</sub>	Peso do elemento instalação elétrica do subcritério instalação do critério filtro tipo prensa
E <sub>C</sub>	Peso do subcritério realização de teste de estanqueidade do critério tanque subterrâneo de armazenamento de combustíveis
E <sub>D</sub>	Peso do elemento instalação elétrica do subcritério instalação do critério bombas de abastecimento
EU <sub>J</sub>	Peso do elemento embalagens usadas do subcritério geração do critério resíduos sólidos
F	Peso para o critério de análise troca de óleo lubrificante
FA <sub>J</sub>	Peso do elemento filtro de ar do subcritério geração do critério resíduos sólidos
FO <sub>J</sub>	Peso do elemento filtro de óleo do subcritério geração do critério resíduos sólidos
G	Peso para o critério de análise piso
H	Peso para o critério de análise canaletas
H <sub>A</sub>	Peso do elemento instalação hidráulica do subcritério instalação do critério filtro tipo prensa
H <sub>D</sub>	Peso do elemento instalação hidráulica do subcritério instalação do critério bombas de abastecimento
I	Peso para o critério de análise linha de respiro
I <sub>B</sub>	Peso do subcritério instalação do critério caixa separadora de água e óleo
IC	Índice de consistência

I <sub>G</sub>	Peso do subcritério impermeável do critério piso
I <sub>H</sub>	Peso do subcritério instalação do critério canaletas
J	Peso para o critério de análise resíduos sólidos
K	Peso para o critério de análise administração
LA <sub>K</sub>	Peso do subcritério licença ambiental do critério administração
LH <sub>E</sub>	Peso do elemento localização hidrogeológica do poço de monitoramento do subcritério instalação do critério poços de monitoramento de água subterrânea
LMC <sub>C</sub>	Peso do subcritério livro de movimento de combustíveis do critério tanque subterrâneo de armazenamento de combustíveis
LT <sub>E</sub>	Peso do elemento localização do poço de monitoramento em relação aos tanques de armazenamento do subcritério instalação do critério poços de monitoramento de água subterrânea
LV <sub>G</sub>	Peso do elemento lavagem de veículos do subcritério localização do critério piso
LV <sub>H</sub>	Peso do elemento lavagem de veículos do subcritério localização do critério canaletas
M <sub>A</sub>	Peso do subcritério manutenção do critério filtro tipo prensa
M <sub>B</sub>	Peso do subcritério manutenção do critério caixa separadora de água e óleo
M <sub>D</sub>	Peso do subcritério manutenção do critério bombas de abastecimento
n	Ordem da matriz de comparação para o cálculo do autovetor
NP	Número de prioridade
O <sub>H</sub>	Peso do elemento obstrução do subcritério conservação do critério canaletas
P <sub>J</sub>	Peso do elemento pneus do subcritério geração do critério resíduos sólidos
Q <sub>E</sub>	Peso do elemento quantidade de poços de monitoramento do subcritério instalação do critério poços de monitoramento de água subterrânea
Q <sub>I</sub>	Peso do elemento quantidade correta do subcritério instalação do critério linha de respiro

RA	Critério legislação
R <sub>B</sub>	Peso do subcritério resíduo do critério caixa separadora de água e óleo
RB	Critério custos para o tratamento de resíduo
RC	Razão de consistência
RCL	Critério riscos potenciais à segurança
RD	Critério quantidade gerada
RE	Critério classificação do resíduo
RF	Critério facilidade de minimização
R <sub>G</sub>	Peso do elemento rachaduras do subcritério conservação do critério piso
RG	Critério potencial de recuperação de subproduto com valor agregado
s	Estímulo de magnitude mensurável
s <sub>0</sub>	Estímulo inicial
SC <sub>J</sub>	Peso do elemento serragem contaminada do subcritério geração do critério resíduos sólidos
s <sub>n</sub>	Estímulo final
<b>T</b>	Vetor de prioridades locais normalizadas
T <sub>C</sub>	Peso do elemento transbordamento do subcritério proteção do critério tanque subterrâneo de armazenamento
TF <sub>K</sub>	Peso do subcritério treinamento de funcionários do critério administração
TO <sub>K</sub>	Peso do subcritério tempo de operação do critério administração
TQ <sub>E</sub>	Peso do elemento teste químico do subcritério inspeção do critério poços de monitoramento de água subterrânea
V <sub>A</sub>	Peso do subcritério vazamentos do critério filtro tipo prensa
V <sub>B</sub>	Peso do subcritério vazamentos do critério caixa separadora de água e óleo
V <sub>C</sub>	Peso do subcritério vazamentos do critério tanque subterrâneo de armazenamento de combustíveis
VC <sub>I</sub>	Peso do subcritério válvula condensadora de vapores do critério linha de respiro
V <sub>D</sub>	Peso do subcritério vazamentos do critério bombas de abastecimento



$V_F$	Peso do subcritério vazamentos do critério troca de óleo lubrificante
$w$	Somatório dos valores de cada coluna da matriz de comparação (Vetor coluna)
$w_i$	Peso do elemento $C_i$
$W_i$	Autovetor da matriz de comparação das alternativas em relação ao critério i
$w_j$	Peso do elemento $C_j$
$\alpha$	Incremento do estímulo
$\Delta s$	Incremento do estímulo
$\lambda_{\text{máx}}$	Máximo autovalor da matriz de comparação paritária

## RESUMO

Em geral, as atividades empresariais originam impactos ambientais que podem se tornar passivos ambientais. Os postos de serviço são empreendimentos capazes de gerar passivos ambientais normalmente decorrentes do vazamento de combustíveis e óleos lubrificantes que contaminam o solo, as águas superficiais e subterrâneas. Neste trabalho utilizou-se o método multicriterial de análise hierárquica de processo com o objetivo de avaliar e ordenar o potencial de geração de passivos ambientais de postos de serviço. Inicialmente, os postos foram divididos em onze critérios de análise, os quais foram subdivididos em subcritérios e estes, por sua vez, foram divididos em elementos, originando a estrutura hierárquica para a análise do problema. Com a aplicação da lei de Weber-Fechner de estímulos e respostas foram calculados os pesos dos elementos destes subcritérios. Em uma segunda etapa, foram selecionados quinze postos de serviço localizados no Estado do Paraná, os quais foram visitados para realizar a coleta de dados. Tais dados foram aplicados ao método, obtendo desta forma a priorização dos postos estudados com relação a sua potencialidade de gerar passivos ambientais. O método de análise hierárquica de processo foi validado com o uso de dados obtidos por LEITE (2003) para a ordenação de resíduos gerados por uma indústria alimentícia que deveriam ser minimizados. Os resultados obtidos comprovam que a técnica proposta permite ordenar e determinar o potencial gerador de passivos ambientais de postos de serviço visando o planejamento de ações preventivas.

**Palavras-chaves:** Postos de serviço, métodos multicriteriais, análise hierárquica de processo, passivos ambientais

## ABSTRACT

Industrial activities usually generate environmental impacts that may become environmental liabilities. Vehicle service facilities are also able to generate environmental liabilities, mostly from fuel and lubricating oil leakages that may contaminate soil, surface water and groundwater. In this work, a multiple criteria method, namely an analytic hierarchy process, was used to evaluate vehicle service facilities regarding their potential of generating environmental liabilities and to grade these facilities according to this potential. Firstly, eleven different features, i.e. analysis criteria, of the vehicle service facilities were identified, and each criterion was divided into a variable number of sub-criteria and these were further divided into elements, originating the hierarchical structure for the proposed analysis. Applying the stimulus-response psychophysical law of Weber-Fechner, the weights of the various elements of these sub-criteria were calculated. Fifteen vehicle service facilities located in the state of Paraná were then chosen and visited for data collection. Acquired data was analyzed according to the developed method resulting in the rating of the studied vehicle service facilities. Furthermore, the analytic hierarchy process method was validated using data obtained by LEITE (2003) to build a priority scale of waste minimization for a food industry. The results show that the proposed technique allows the qualitative evaluation of vehicle service facilities regarding their potential of generating environmental liabilities in order to plan preventive actions.

**Key words:** Vehicle service facilities, multiple criteria method, analytic hierarchy process, environmental liabilities.

## 1. INTRODUÇÃO

A partir do século XIX deu-se início a um movimento que mudaria por completo os rumos do desenvolvimento da humanidade: a revolução industrial. A revolução industrial proporcionou a produção em série de bens de consumo, promovendo o acesso aos mesmos e, conseqüentemente, um incremento no próprio consumo destes bens. Desta forma, criou-se um ciclo de contínua expansão: quanto maior fosse o consumo, maior seria a produção e, quanto maior fosse a produção, maior teria de ser o consumo.

Durante muito tempo, ao longo do desenvolvimento deste ciclo, o empreendimento econômico teve como meta somente o lucro. Assim sendo a administração incluía, e ainda o faz em muitos casos, a otimização das vendas e a redução dos gastos como elementos cruciais na condução dos negócios (RIBEIRO e GRATÃO, 2000).

Desta forma as questões ambientais só se tornaram objeto de preocupação para alguns de seus principais agentes (empreendedores de atividades econômicas poluentes), quando os níveis de poluição sobre a água, solo e ar atingiram patamares mais alarmantes (RIBEIRO, 1999).

É importante salientar que certos problemas apresentam uma gravidade tão grande que a exata mensuração dos seus efeitos pode demorar até trinta anos após a ocorrência de contaminação, já que os resíduos tóxicos podem penetrar no solo e atingir o lençol freático da região, espalhando os seus efeitos em profundidade e tamanho não-estimáveis (RIBEIRO e GRATÃO, 2000). Estes tipos de contaminação são denominados passivos ambientais.

Os postos de serviço estão inseridos neste quadro que contrasta questões econômicas e ambientais. Os mesmos são organizações comerciais que visam o aumento dos lucros, através da revenda de combustíveis automotivos e da prestação

de serviços, além da redução de custos, através da minimização de perdas. No entanto, estes estabelecimentos também são potenciais geradores de passivos ambientais devido a possíveis deficiências de infra-estrutura, manutenção e desgaste nas instalações de tanques subterrâneos e equipamentos, causando a contaminação do solo e de águas subterrâneas devido ao vazamento de combustíveis (RIBEIRO e GRATÃO, 2000).

Os custos para a recuperação do solo e águas subterrâneas atingidas por tais vazamentos são bastante elevados. Segundo dados do Departamento de Controle de Uso de Imóveis de São Paulo o passivo ambiental resultante deste efeito danoso está orçado em três bilhões de reais, apenas considerando postos da capital paulista (RIBEIRO e GRATÃO, 2000). Diante de tal fato, torna-se necessário o desenvolvimento de uma metodologia que possa ser aplicada com o objetivo de prevenir o aparecimento de passivos ambientais em postos de serviço.

Para o desenvolvimento do trabalho proposto, partiu-se da hipótese de que não existia uma metodologia padronizada para a avaliação qualitativa de passivos ambientais, capaz de prever o seu surgimento, aplicável a postos de serviço. Desta forma, pretende-se demonstrar com este trabalho que o método de análise hierárquica de processo pode ser adequado à predição do aparecimento dos mesmos, uma vez que esta técnica representa um problema complexo através da estruturação hierárquica do mesmo, objetivando priorizar os fatores na análise das diversas alternativas (LUCENA, 2003).

Este estudo ainda teve como objetivos secundários diferenciar os conceitos de impactos e passivos ambientais, estudar as normas técnicas e leis referentes aos postos de serviço a fim de caracterizar suas instalações, suas principais atividades e o funcionamento dos mesmos, resultando no estabelecimento de critérios capazes de avaliar as possibilidades dos postos em gerar passivos ambientais e coletar dados em visitas de campo para aplicá-los na metodologia proposta.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. IMPACTOS AMBIENTAIS

Impacto ambiental é definido por QUEIROZ (2001) como sendo uma perturbação ecossistêmica proveniente de uma ação ou omissão humana (efeito ambiental), qualificada de positiva ou negativa, por um certo grupo social, no contexto de sua realidade espaço-temporal.

Para VÍTORA *et al.* (1993) o impacto ambiental ocorre quando uma ação ou atividade produz uma alteração, favorável ou não, ao meio ou em algum dos componentes do meio, ou seja, o impacto sobre o meio ambiente é a diferença entre a situação futura do meio modificado e as manifestações das conseqüências da realização de um projeto e a situação futura do meio ambiente que evoluiria normalmente sem a atuação do projeto.

Segundo a resolução nº 01 de 1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que, de alguma forma, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais.

Esta resolução ainda cita que os impactos ambientais podem ser positivos ou negativos (benéficos ou adversos), diretos ou indiretos, imediatos ou de médio ou longo prazos, temporários ou permanentes, reversíveis ou não e podem apresentar propriedades cumulativas ou sinérgicas, além de ônus ou benefícios sociais.

O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) compreende um conjunto de atividades, pesquisas e tarefas técnicas realizado com a finalidade de dar a conhecimento as

principais conseqüências ambientais de um projeto, de modo a atender aos regulamentos de proteção do meio ambiente e auxiliar a decisão sobre a implantação do mesmo (MOREIRA, 1999).

Seja qual for o método de EIA adotado para cada caso, se deve destacar que os custos projetados para as ações preventivas sempre serão inferiores aos custos produzidos por ações corretivas, posteriores causadas por efeitos nocivos não previstos no projeto inicial (VÍTORA *et al.*, 1993).

Com base no EIA pode-se ter o ponto de partida para a identificação dos fatos geradores de passivos ambientais (RIBEIRO e LISBOA, 2000), uma vez que os impactos e passivos ambientais estão relacionados. É possível dizer que os passivos ambientais surgem dos impactos negativos, de longo prazo, cumulativos, sinérgicos, permanentes e irreversíveis.

## 2.2. PASSIVOS AMBIENTAIS

SCHIANETZ (1999) conceitua passivos ambientais como sendo deposições antigas e sítios contaminados que produzem riscos para o bem-estar da coletividade, segundo avaliação tecnicamente respaldada, das autoridades competentes.

Para SÁNCHEZ (2001) passivo ambiental é o acúmulo de danos ambientais que devem ser reparados a fim de que seja mantida a qualidade ambiental de determinado local.

Segundo LAGE (2003) passivo ambiental é alguma deficiência ou problema existente nas áreas de segurança, saúde e proteção ambiental cuja solução pode significar investimentos, ou mesmo, pode impedir a continuidade do negócio em avaliação.

Para RIBEIRO e LISBOA (2000), os passivos ambientais são obrigações que exigirão a entrega de ativos ou prestação de serviços em um momento futuro, em decorrência das transações passadas ou presentes e que envolveram a empresa e o meio ambiente. Estes autores ainda citam que o passivo representa as obrigações das empresas para com terceiros, as quais devem ser reconhecidas a partir do momento que são conhecidas independentemente se há ou não cobrança (RIBEIRO e LISBOA, 1999). Desta forma, os passivos ambientais representam as obrigações cujos fatos geradores já ocorridos configurem responsabilidade da empresa.

Contudo, assim como as obrigações de outras naturezas, os passivos ambientais nem sempre têm penalidades por agressão ao meio ambiente como origem. Há muitos casos em que a responsabilidade social da empresa gera a execução de medidas preventivas para evitar impactos ao meio ambiente, sendo que os conseqüentes efeitos econômico - financeiros dessas medidas é que geram o passivo ambiental (RIBEIRO e LISBOA, 2000).

Ainda para estes autores, o passivo ambiental representa o sacrifício de benefícios econômicos que serão realizados para a preservação, recuperação e proteção do meio ambiente de forma a permitir a compatibilidade entre o desenvolvimento econômico e o meio ecológico ou em decorrência de uma conduta inadequada em relação às questões ambientais. Desta forma verifica-se que a essência do passivo ambiental está no controle e reversão dos impactos das atividades econômicas sobre o meio natural, envolvendo, portanto, todos os custos das atividades que sejam desenvolvidas neste sentido (RIBEIRO e LISBOA, 2000).

Vários métodos são propostos para a identificação e avaliação de passivos ambientais, os quais englobam as seguintes etapas básicas:

1. avaliação preliminar: avaliação do local com o objetivo de determinar onde já existe contaminação ambiental e qual contaminação pode tornar-se um passivo ambiental futuramente. Esta avaliação é composta por visitas,



entrevistas, verificação de documentos, registros, licenças e de estudos geológicos e hidrogeológicos, não se restringindo a área sob suspeita, mas também as áreas em seu entorno (CFATF, 1998). SCHIANETZ (1999), indica que nesta etapa o potencial de risco da área também deve ser especificado;

2. confirmação e caracterização da contaminação: uma vez que a fase anterior tenha levantado a suspeita de existência de contaminação ambiental são feitas amostragens para a realização de testes que venham a confirmar ou não a existência da mesma. Caso seja confirmada a presença de contaminantes no local, mais análises são realizadas para caracterizá-los e determinar a extensão da área atingida (CFATF, 1998);
3. definição da técnica de remediação: etapa onde é escolhido o melhor método sob o ponto de vista econômico e tecnológico, a ser usado na remediação da área contaminada. Nesta etapa também é estabelecido o nível de descontaminação requerido conforme a legislação e uso futuro da área (LAGE, 2003);
4. remediação: uso propriamente dito da técnica escolhida para a recuperação do local (LAGE, 2003).

Segundo SCHIANETZ (1999) a melhor solução, tanto do ponto de vista ecológico quanto econômico, é a não geração dos passivos ambientais. No entanto, como foi exposto acima, as atuais técnicas de identificação de passivos ambientais somente são aplicadas quando existe a suspeita de que a contaminação do meio ambiente já tenha ocorrido. Portanto, observa-se que os métodos tradicionais de identificação de passivos ambientais não são preditivos.

Considerando o elevado custo de recuperação de passivos ambientais e, que muitas vezes os mesmos não podem ser estimados através das técnicas usuais, é

necessário o desenvolvimento de novas metodologias para prevenir o aparecimento dos mesmos.

### 2.3. MÉTODO DE ANÁLISE MULTICRITERIAL

Tradicionalmente as decisões nos diversos setores da sociedade são tomadas baseadas em apenas um ou dois critérios, geralmente o econômico e/ou o financeiro, através de técnicas monocriteriais como, por exemplo, as de otimização da pesquisa operacional. Nestes métodos não é fácil considerar a presença e a importância de fatores subjetivos, sejam eles quantificáveis ou não, conduzindo muitas vezes à escolha de uma alternativa que não seria a mais adequada para atender as prioridades sócio-econômicas de uma comunidade (LUCENA, 2003).

Na década de setenta, as pressões para reduzir os custos do governo e a busca pela preservação dos recursos naturais cada vez mais escassos, levaram os planejadores a incluir no processo de decisão tanto os fatores tangíveis (valores definidos monetariamente) quanto os fatores intangíveis (qualidade ambiental, saúde, realização pessoal entre outros) a fim de escolher alternativas mais racionais em resposta às novas exigências da sociedade moderna (RABBANI e RABBANI, 1996<sup>1</sup> *apud*. LUCENA, 2003).

A partir de tais necessidades e exigências, o pensamento multicriterial de tomada de decisão começou a crescer e tomar forma. Segundo RABBANI e RABBANI (1996<sup>2</sup>, *apud*. LUCENA, 2003), o avanço substancial das técnicas multicriteriais baseiam-se em métodos desenvolvidos na teoria de decisão, como a teoria da utilidade e o processo de análise hierárquica, na economia, como a otimalidade de Pareto e a função do bem-estar social, na estatística, como a regressão multivariada e a análise de discrepância e na psicometria, como as medidas de conjunto.

---

<sup>1</sup> RABBANI, S.J., RABBANI, S.R. **Decisions in transportation with the analytic hierarchy process**. Campina Grande, Universidade Federal da Paraíba, 1996.

<sup>2</sup> Idem nota 1.

Segundo PEREIRA NETO (2001), o objetivo da tomada de decisão multicriterial é identificar e selecionar a alternativa de ação mais apropriada para solucionar um problema complexo que envolve vários pontos de vista, os quais podem ser conflitantes. O autor cita que para este tipo de situação não se busca a solução ótima, uma vez que é muito difícil encontrar uma alternativa que seja simultaneamente a melhor para todos os pontos de vista em questão.

Esta nova forma de desenvolver o processo de tomada de decisão permite considerar diversos fatores relevantes possibilitando uma análise mais detalhada das vantagens e desvantagens das alternativas de ação para um dado sistema. Dentre estes fatores cabe destacar os interesses e critérios próprios de cada grupo envolvido no processo decisório (LUCENA, 2003).

Quando a tomada de decisão é realizada com o auxílio de um método multicriterial, tanto os aspectos de natureza objetiva quanto os de natureza subjetiva são considerados. Esta metodologia assume que estes dois aspectos são inseparáveis no contexto da decisão, uma vez que, a subjetividade está associada aos julgamentos formulados pelos grupos participantes do processo decisório e a objetividade é decorrente das características das opções (BANA e COSTA, 1993<sup>3</sup> *apud.* PEREIRA NETO, 2001). Desta forma, verifica-se que o sistema multicriterial é dividido em dois subsistemas, o subsistema de ações e o subsistema de grupos, também conhecido como atores.

BANA e COSTA (1995<sup>4</sup>, *apud.* NORONHA, 1998 e PEREIRA NETO, 2001) define ação como sendo uma representação de uma eventual contribuição à decisão global susceptível, face ao estado de avanço do processo de decisão, de ser tomada de forma autônoma e de servir de ponto de aplicação à atividade de apoio à decisão.

---

<sup>3</sup> BANA e COSTA, C. A.. Três convicções fundamentais na prática do apoio à decisão. **Pesquisa Operacional**, v. 13, n. 1, p. 09-20, 1993.

<sup>4</sup> BANA e COSTA, C. A. **Processo de apoio à decisão: problemáticas, actores e acções**. Florianópolis: ENE / UFSC, 1995. Apostila do curso de metodologias multicritério em apoio à decisão.

O subsistema de atores é composto de todos elementos envolvidos de forma direta ou indireta no processo de decisão (ROY, 1996<sup>5</sup> *apud*. PEREIRA NETO, 2001). A partir do sistema de valores destes atores é que são identificados os objetivos a serem atingidos. (PEREIRA NETO, 2001).

NORONHA (1998) e PEREIRA NETO (2001) indicam que a aplicação de um método multicriterial é dividida em três fases distintas, a estruturação, a avaliação e a recomendação.

Segundo PEREIRA NETO (2001), na fase de estruturação o problema a ser abordado é definido e estruturado de acordo com os julgamentos dos atores envolvidos no processo. BANA e COSTA (*apud*. FERNANDES, 1996) lembra que nesta fase são explicitadas as ações que serão comparadas entre si em face de um conjunto de critérios de avaliação definidos segundo os pontos de vista dos atores.

Segundo DUTRA (1998<sup>6</sup>, *apud*. PEREIRA NETO, 2001) e BANA e COSTA (1992<sup>7</sup>, *apud*. PEREIRA NETO, 2001) um critério de avaliação deve apresentar as seguintes características:

- essencialidade, pois deve refletir um aspecto considerado suficientemente importante, de tal forma que sua presença seja fundamental para satisfazer os anseios dos atores envolvidos, em relação ao seu objetivo maior;
- controlabilidade, ou seja, que o critério de avaliação seja alcançado e/ou explicado apenas pelas consequências das ações relacionadas ao contexto decisório em análise;

---

<sup>5</sup> ROY, B. **Multicriteria methodology for decision aiding**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996.

<sup>6</sup> DUTRA, A. **Elaboração de um sistema de avaliação de desempenho dos recursos humanos da Secretaria de Estado da Administração – SEA à luz da metodologia multicritério de apoio à decisão**. Florianópolis, 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina.

<sup>7</sup> BANA e COSTA, C. A. **Structuracion, construction et exploitation d'un modèle multicritère d'aide à la decision**. 1992. PhD Thesis, Universidade Técnica de Lisboa.

- inteligibilidade, o critério de avaliação deve apresentar o mesmo significado para todos os atores envolvidos, tornando possível o processo de comunicação e aprendizagem;
- consensualidade, de tal forma que a participação do critério na construção do modelo seja considerada importante por todos os decisores;
- operacionalidade, o que permite identificar o impacto de uma ação em um dos níveis de impacto associados a uma escala de preferência local;
- isolabilidade, assim cada opção é analisada e avaliada individualmente, desconsiderando qualquer impacto que outros critérios possam gerar;
- exaustividade, permitindo que todos os aspectos julgados importantes sejam contemplados, o que faz com que todas as possíveis consequências de uma ação façam parte do modelo;
- mensurabilidade, de tal forma que todos os possíveis níveis de impacto sejam identificados pelos critérios de avaliação.

Na etapa de avaliação são realizados os julgamentos absolutos da diferença de preferência entre os níveis de uma ação, sendo obtidas as funções de valor que irão mensurar a preferência local desta ação (PEREIRA NETO, 2001). Estas funções oferecem uma descrição analítica dos sistemas de valor dos indivíduos envolvidos no processo decisório e objetivam representar numericamente os componentes de julgamento humano envolvidos na avaliação de ações (NORONHA, 1998). Nesta fase ainda são calculadas as taxas de substituição, também conhecidas como pesos, responsáveis por determinar o grau de importância dado a cada critério para a obtenção das preferências globais (PEREIRA NETO, 2001).

Na última etapa do método, a fase de recomendação, as ações potenciais sugeridas pelo modelo são analisadas. Estas ações são consideradas realistas quando

a sua implementação pode ser razoavelmente prevista (ENSSLIN *et al.*, 2001<sup>8</sup> *apud*. PEREIRA NETO, 2001). Nesta etapa é possível realizar ajustes que traduzam o julgamento de valores dos decisores.

O método multicriterial análise hierárquica de processo (AHP) foi desenvolvido por Thomas L. Saaty na década de setenta para diversas aplicações tais como estudos sobre o racionamento de energia na indústria e de possibilidades de meios de transportes a serem usados no Sudão (SAATY, 1991).

Este modelo pertence à família de métodos de análise multicritério interativos ou de enfoque do julgamento local interativo. A grande vantagem deste grupo de métodos é alternar etapas de cálculo a etapas de diálogo, ou seja, pressupõe uma intervenção contínua e direta do decisor ou de outros atores na construção da solução e, não somente, na definição do problema (BAASCH, 1995<sup>9</sup>, *apud*. OROFINO, 1996).

O método AHP reflete a maneira pela qual a mente humana conceitua e estrutura um problema complexo. A forma natural de funcionamento da mente humana ao se defrontar com uma situação complexa composta por um grande número de elementos, controláveis ou não, é agregar tais elementos em grupos segundo propriedades comuns. Desta forma quando o ser humano identifica alguma coisa, decompõe a complexidade encontrada e quando descobre relações, sintetiza. Este é o processo fundamental da percepção que consiste na decomposição e síntese (SCHMIDT, 1995<sup>10</sup>, *apud*. OROFINO, 1996).

Desta forma o processo AHP representa um problema complexo através da estruturação hierárquica do mesmo para priorizar fatores quantitativos ou qualitativos na análise de alternativas. Esta metodologia segue quatro etapas básicas: estruturação

---

<sup>8</sup> ENSSLIN, L.; MONTIBELLER, G. N.; NORONHA, S. M. **Apoio à decisão** – metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas. Florianópolis: Ed. Insular, 2001.

<sup>9</sup> BAASCH, S. S. N. **Um sistema de suporte multicritério aplicado na gestão de resíduos sólidos nos municípios catarinenses**. Florianópolis, 1995. Tese (Doutorado em Engenharia) Universidade Federal de Santa Catarina.

<sup>10</sup> SCHMIDT, A. M. A. **Processo de apoio à tomada de decisão** – abordagens AHP e MACBETH. Florianópolis, 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia) Universidade Federal de Santa Catarina.

hierárquica; comparação paritária dos elementos em cada nível do sistema; princípio da priorização e sintetização das prioridades, conforme é mostrado na figura 2.1 (LUCENA, 2003).

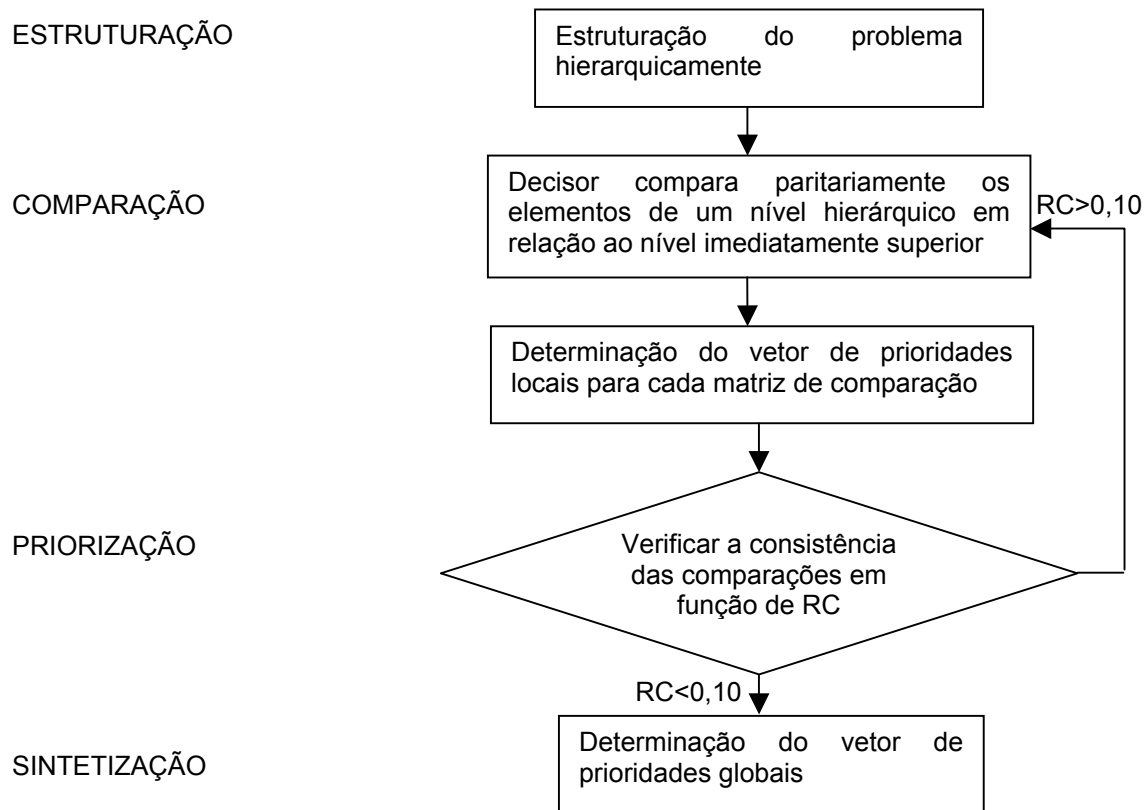


Fig. 2.1 – Fluxograma geral do funcionamento do método de análise hierárquica de processo (AHP)

A etapa de estruturação hierárquica consiste da definição do objetivo global e decomposição do problema em vários níveis de hierarquia. Esta estruturação possibilita a visualização do sistema como um todo e seus componentes, bem como as interações destes componentes e os impactos que os mesmos exercem sobre o sistema. A hierarquia pode ser simples ou composta (LUCENA, 2003).

A hierarquia simples é formada por três níveis. O primeiro nível é composto de apenas um elemento, a meta ou objetivo geral. Já o segundo nível representa os

critérios de avaliação e o terceiro as alternativas, podendo estes dois últimos possuir vários elementos (LUCENA, 2003). A figura 2.2 mostra representação deste tipo de hierarquia.

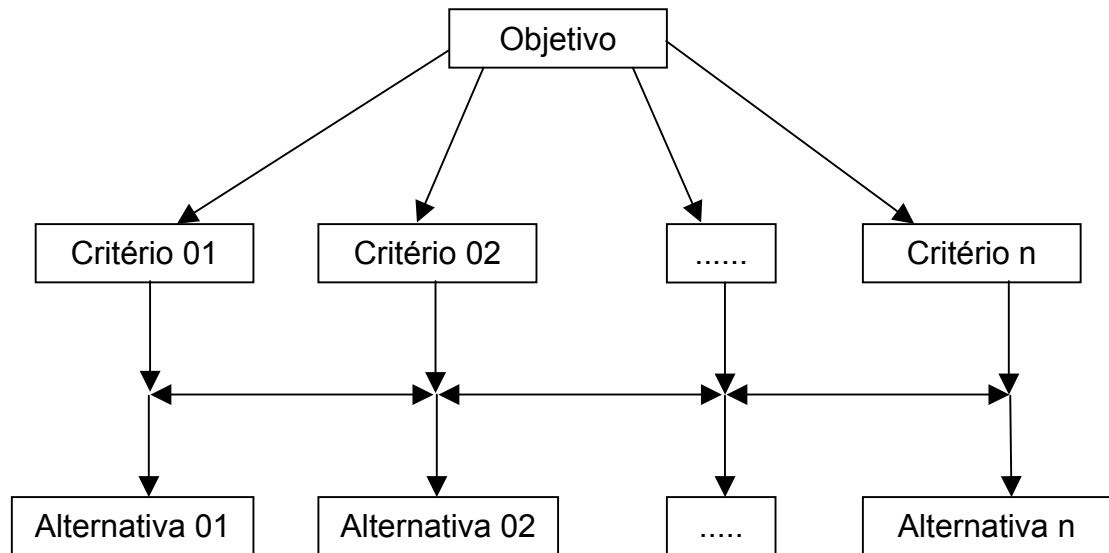


Fig. 2.2 – Estrutura da hierarquia simples do método AHP

A hierarquia complexa é composta pelo objetivo geral, fatores ambientais de ordem física, biológica e química, o critério geral que inclui fatores econômicos, sociais, políticos, tecnológicos e ideológicos, subcritérios relativos a cada critério, grupos que controlam os critérios e os subcritérios, objetivos dos grupos envolvidos, políticas ou fatores que exercem influência na tomada de decisão e planos alternativos (LUCENA, 2003).

Uma vez estabelecida a estrutura hierárquica, se inicia a fase de comparação paritária dos elementos de um determinado nível. Esta comparação é realizada por um grupo de indivíduos com experiência sobre o problema. Ela se constitui em um julgamento comparativo através da atribuição de pesos, onde se procura determinar a



importância relativa de cada elemento de um nível hierárquico com relação a cada critério do nível imediatamente superior (LUCENA, 2003).

Os pesos podem ser determinados pela escala de julgamentos de Saaty (1991) que varia de 1, quando os critérios são de mesma importância, a 9 para a importância absoluta de um critério sobre outro. A escala completa de julgamentos de Saaty é mostrada na tabela 2.1

TABELA 2.1 - ESCALA DE JULGAMENTOS DE SAATY

Intensidade de Importância	Definição	Explicação
1	Mesma importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida, sua dominação de importância é demonstrada na prática
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza
2,4,6,8	Valores intermediários entre os valores adjacentes	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições
Recíprocos dos valores acima de zero	Se a atividade $i$ recebe um dos valores acima, quando comparada com a atividade $j$ , então $j$ tem o valor recíproco quando comparada com $i$	Uma designação razoável
Racionais	Razões resultantes da escala	Se a consistência tiver de ser forçada para obter $n$ valores numéricos para completar a matriz

FONTE: SAATY (1991)

SAATY (1991) ainda menciona a lei de estímulos e respostas de Weber-Fechner como sendo outra forma de atribuir pesos para os julgamentos paritários. Segundo Weber, precisa-se incrementar um estímulo de magnitude mensurável  $s$  de um valor mínimo  $\Delta s$  para atingir-se um ponto no qual os sentidos humanos possam distinguir entre  $s$  e  $(s + \Delta s)$ , ou seja, uma mudança de sensação é observada quando o estímulo é aumentado por uma porcentagem constante do próprio estímulo.

Fechner aplicou a lei de Weber considerando uma seqüência de estímulos de aumento mínimo observável e verificou que os estímulos de diferenças consideráveis seguem uma progressão geométrica dada pela equação 1, conhecida como lei de estímulos e respostas de Weber-Fechner,

$$s_n = s_0 \alpha^n \quad (n = 1, 2, 3, \dots), \quad (1)$$

sendo que  $s_n$  representa o valor do estímulo final,  $s_0$  representa o valor do estímulo inicial e  $\alpha$  representa o incremento do estímulo (SAATY, 1991).

Em ambos os métodos os valores atribuídos aos pesos representam a intensidade de domínio de um determinado elemento sobre outro. Em seguida obtém-se a matriz de comparação paritária que é representada por uma matriz quadrada cujos elementos são os julgamentos resultantes da comparação entre dois elementos  $C_i$  e  $C_j$ . Todos os valores dos julgamentos  $a_{ij}$  desta matriz são obtidos a partir da razão dada pela equação 2,

$$a_{ij} = \frac{w_i}{w_j}, \quad (2)$$

sendo que  $a_{ij}$  representa o valor do julgamento do elemento  $C_i$  em relação ao elemento  $C_j$ ,  $w_i$  representa o peso do elemento  $C_i$  e  $w_j$  é o peso do elemento  $C_j$  (SAATY, 1991).

Salienta-se que a matriz de comparação é recíproca, na qual todo julgamento  $a_{ij}$  corresponde a um  $a_{ji} = 1/a_{ij}$ , todo  $a_{ii} = 1$  (LUCENA, 2003) e  $a_{ij} = a_{ji} = 1$  quando o elemento  $C_i$  é julgado de igual importância em relação ao elemento  $C_j$  (PAMPLONA, 1999).

Na fase de priorização dos elementos, obtém-se o vetor de prioridade local, a partir da matriz de comparação, o qual permite a determinação do grau de importância dos elementos em cada nível hierárquico do sistema (LUCENA, 2003). Este vetor é obtido a partir do autovetor da matriz de comparação e pode ser calculado por um dos métodos abaixo:

1. somatório dos julgamentos de cada linha da matriz de comparação e posterior normalização dos resultados;
2. somatório dos julgamentos de cada coluna da matriz de comparação e normalização dos resultados após a obtenção dos recíprocos das somas;
3. divisão de cada julgamento de cada coluna da matriz de comparação pelo somatório da coluna em questão, após esta divisão é calculada a média aritmética de cada linha resultante;
4. produtório dos julgamentos de cada linha da matriz de comparação. É então calculada a  $n$ -ésima raiz de cada produtório e os resultados obtidos são normalizados (SAATY, 1991).

Observa-se um aumento da precisão do primeiro para o quarto método (SAATY, 1991), o qual pode ser escrito a partir da equação 3,

$$W_i = \left( \prod_{j=1}^n a_{ij} \right)^{1/n}, \quad (3)$$

sendo que  $W_i$  representa o autovetor da matriz de comparação das alternativas em relação ao critério  $i$ ,  $a_{ij}$  representa o julgamento do elemento  $C_i$  em relação ao elemento  $C_j$  e  $n$  representa a ordem da matriz de comparação. A normalização do autovetor da

matriz de comparação obtido através do quarto método é calculado a partir da equação 4;

$$\mathbf{T} = \left[ \frac{W_1}{\sum W_i} \quad \frac{W_2}{\sum W_i} \quad \dots \quad \frac{W_n}{\sum W_i} \right], \quad (4)$$

sendo que  $\mathbf{T}$  representa o vetor de prioridades locais normalizadas,  $W_n$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) representa o valor da prioridade local não normalizada e  $\sum W_i$  significa o somatório de todas as prioridades locais não normalizadas.

Finalmente na etapa de sintetização das prioridades, realizada para se definir a prioridade global das alternativas, faz-se a multiplicação dos elementos da matriz de prioridades locais das alternativas pela transposta do vetor dos pesos dos critérios (LUCENA, 2003). Cabe lembrar que a matriz de prioridades locais é formada pela transposição dos vetores de prioridades locais das alternativas referentes a cada critério.

Uma das principais vantagens da análise hierárquica de processo é a possibilidade da verificação de sua consistência assegurando mais robustez ao método (SANTANA, 1996<sup>11</sup> *apud*. PAMPLONA *et al.*, 1999). Esta consistência é verificada a partir do cálculo do máximo autovalor,  $\lambda_{\max}$ , da matriz de comparação paritária, pois ele representa a proporcionalidade das preferências expostas na matriz de comparação (SAATY, 1991). O máximo autovalor é calculado pela equação 5,

$$\lambda_{\max} = \mathbf{T} \cdot \mathbf{w}, \quad (5)$$

sendo que  $\lambda_{\max}$  representa o máximo autovalor da matriz de comparação paritária,  $\mathbf{T}$  representa o vetor das prioridades locais normalizadas e  $\mathbf{w}$  é o vetor coluna composto

---

<sup>11</sup> SANTANA, E. A. Múltiplos critérios: uma alternativa apesar das fragilidades das soluções. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 16., 1996, Piracicaba, Universidade Metodista de Piracicaba / Associação Brasileira de Engenharia de Produção.

pela somatória dos valores de cada coluna da matriz de comparação (PAMPLONA, 1999).

Segundo SAATY (1991), uma matriz de comparação paritária é consistente quando o seu  $\lambda_{\max}$  é igual a sua ordem  $n$  e apresenta um certo nível de inconsistência quando  $a_{ij} \neq a_{ik} \cdot a_{kj}$  podendo esta inconsistência ser tolerada até um certo limite (LUCENA, 2003). SAATY (1991) indica que este desvio da consistência pode ser calculado através do índice de consistência (IC), o qual é representado pela equação 6,

$$IC = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n - 1)}, \quad (6)$$

sendo que  $IC$  representa o índice de consistência da matriz de comparação,  $\lambda_{\max}$  representa o máximo autovalor de tal matriz e  $n$  indica a ordem da mesma.

O limite de tolerância para matrizes inconsistentes é dado pela razão de consistência (RC), o qual é calculado pela equação 7,

$$RC = \frac{IC}{CA}, \quad (7)$$

sendo que  $RC$  representa a razão de consistência da matriz de comparação,  $IC$  representa o índice de consistência desta matriz e  $CA$  é o índice de consistência aleatória. Para que a inconsistência da matriz de comparação seja tolerável o valor obtido para  $RC$  deve ser menor ou igual a 0,10 (SAATY, 1991).

O índice de consistência aleatória é um valor calculado a partir da média do índice de consistência de cem matrizes de comparação preenchidas aleatoriamente com os valores da escala de julgamentos usada no processo. Este cálculo deve ser feito para cada ordem da matriz. Na tabela 2.2 encontram-se os valores de  $CA$  para

matrizes com ordem de um a quinze, calculados usando-se a escala de julgamentos proposta por SAATY (1991).

TABELA 2.2 – VALORES DE CA PARA MATRIZES DE COMPARAÇÃO

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CA	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

FONTE: SAATY (1991)

Caso a matriz de comparação apresente um índice de consistência maior do que 0,10, alguns métodos para revisar os julgamentos realizados são propostos, tais como o cálculo da derivada parcial do autovalor em relação ao valor de cada julgamento, proposto por Harker, e a elaboração da matriz erro. Estes métodos indicam qual julgamento da matriz de comparação original deve ser alterado a fim de aumentar a consistência da mesma (SAATY, 2003).

Outra metodologia com o objetivo de priorizar alternativas foi desenvolvida por SCARAMAL (2002<sup>12</sup>, *apud*. LEITE, 2003). Este método, conhecido como priorização com aplicação de lista de critérios, propõe a elaboração de critérios, os quais são divididos em subcritérios. O número de critérios e subcritérios elaborados varia segundo o caso estudado. Aos critérios são atribuídos pesos, os quais são escolhidos de acordo com o caso estudado, enquanto que aos subcritérios são atribuídos valores seguindo a série de 3<sup>n</sup>. Desta forma, os valores dos subcritérios são:

- $3^0 = 1$ , para uma fraca possibilidade de ocorrência do subcritério;
- $3^1 = 3$ , para uma possibilidade média de ocorrência do subcritério;
- $3^2 = 9$ , para uma alta possibilidade de ocorrência do subcritério.

Cada alternativa é avaliada segundo todos os critérios elaborados e recebe um número de prioridade (NP). Este número é obtido através do somatório dos produtos

<sup>12</sup> SCARAMAL, E. T. M.. **Minimização de resíduos em indústria cervejeira do sul do Paraná**. Curitiba, 2002. 176f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Setor de Tecnologia Química, Universidade Federal do Paraná.

dos valores dos subcritérios pelo peso do respectivo critério. Desta forma é possível priorizar as alternativas analisadas (SCARAMAL, 2002<sup>13</sup>, *apud*. LEITE, 2003). LEITE (2003) aplicou tal metodologia para ordenar os resíduos gerados por uma indústria de alimentos da região metropolitana de Curitiba a fim de minimizar o resíduo mais prioritário.

## 2.4. POSTOS DE SERVIÇO

### 2.4.4. *Caracterização da atividade e potenciais poluentes*

Os postos de serviço podem ser enquadrados como sendo postos revendedores, os quais, segundo definição da resolução do CONAMA nº 273 (2000), são instalações onde se exerce a atividade de revenda varejista de combustíveis líquidos derivados de petróleo, álcool combustível e outros combustíveis automotivos, dispondo de equipamentos e sistemas para o armazenamento dos mesmos e equipamentos medidores.

Embora a função principal dos postos de serviço, segundo a definição do CONAMA, seja o abastecimento de veículos, atualmente, eles não se limitam apenas a esta atividade. A troca de óleos lubrificantes e fluidos automotivos, a lavagem de veículos, a troca e conserto de partes do motor, serviço de borracharia e lojas de conveniências são algumas das outras atividades exercidas pelos postos (NELLOR e BROSSEAU, 1995). Estas atividades geram resíduos, conforme é mostrado na tabela 2.3 com suas respectivas fontes geradoras.

Durante a troca de fluidos automotivos a quantidade de resíduos gerados, tais como óleos lubrificantes, fluidos de transmissão e filtros de motor usados, está diretamente relacionada com o tipo de serviço fornecido pelo posto e o número e tamanho dos veículos atendidos (NELLOR e BROSSEAU, 1995).

---

<sup>13</sup> Idem nota 12.

TABELA 2.3 - ATIVIDADES, FONTES DE CONTAMINAÇÃO E RESÍDUOS GERADOS EM POSTOS DE SERVIÇO

Atividade	Fonte de contaminação	Tipo de resíduo
Troca de fluidos	Óleo lubrificante, fluido de transmissão e filtro do motor	Hidrocarbonetos, metais pesados e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH)
Abastecimento	Fluido refrigerante Vazamentos e derramamentos de combustíveis	Clorofluorcarbono (CFC) Hidrocarboneto e PAH
Lavagem	Efluentes com detergentes e agentes de limpeza	Sedimentos, óleos e graxas e ácidos
Substituição de peças	Óleos lubrificantes, filtros do motor, fluidos de transmissão, vazamentos de combustíveis, baterias, pneus, freios, mangueiras, conexões e peças do motor	Hidrocarbonetos, metais pesados, ácidos, PAH, etileno-glicol, sedimentos, óleos e graxas
Limpeza das instalações do posto	Estopas sujas, materiais absorventes, efluentes com detergentes, lodo do separador de óleo e água	Metais pesados, óleos e graxas, álcalis e solventes
Limpeza de peças	Solventes e efluentes com detergente	Hidrocarbonetos, óleos e graxas, PAH, compostos clorados

FONTE: NELLOR e BROSSEAU (1995)

Neste processo são gerados resíduos não apenas devido a vazamentos e derramamentos no momento da troca do óleo e do fluido de transmissão, mas o próprio óleo lubrificante usado é considerado como resíduo perigoso por apresentar toxicidade (NBR 10004<sup>14</sup> *apud*. RESOLUÇÃO CONAMA nº 9, 1993), logo necessita de uma correta armazenagem e destinação. Já o filtro de motor usado pode não ser considerado como resíduo perigoso caso o óleo seja completamente drenado do seu interior, no entanto nem sempre isto ocorre (NELLOR e BROSSEAU, 1995).

Derramamentos de combustíveis durante o abastecimento de veículos ou durante a transferência de combustíveis do caminhão tanque para o tanque de armazenagem do posto podem ser fontes de poluição. Combustíveis podem carregar



contaminantes ambientais e materiais tóxicos, além de óleos e graxas. Caso os vazamentos sejam lavados com água, poderão surgir condições de inflamabilidade nas redes de coleta de esgoto e águas pluviais. Os combustíveis derramados também podem contaminar as águas subterrâneas ou evaporar poluindo o ar (NELLOR e BROSSEAU, 1995).

A lavagem de automóveis gera efluentes contaminados por detergentes, sedimentos, óleos e graxas. Mesmo os sabões biodegradáveis são tóxicos para os peixes. A lavagem de veículos somente se torna menos impactante quando é usada apenas água para enxaguar o exterior do veículo (NELLOR e BROSSEAU, 1995).

Devido a desgastes, danos ou acidentes, algumas peças do veículo, tais como mangueiras e conectores, pneus, baterias, pastilhas de freios e carburadores, falham e devem ser trocadas gerando resíduos sólidos. A maioria destas peças não pode ser reparada e deve ser efetivamente trocada, os pneus podem ser consertados ou recapados, enquanto que as baterias sem carga devem ser destinadas aos seus fabricantes (NELLOR e BROSSEAU, 1995).

As peças removidas para serem consertadas freqüentemente precisam ser limpas para possibilitar uma melhor inspeção visual e remover contaminações de lubrificantes ou graxas que poderiam, futuramente, provocar a falha da peça. Normalmente, estas peças são limpas com solventes ou água quente com detergente. Os solventes usados são considerados resíduos perigosos por conterem hidrocarbonetos e, por serem voláteis, contaminam o ar. Já a água quente com detergente interfere no funcionamento da caixa separadora de óleo e água, provocando a coagulação e emulsificação do óleo e o arrastando até a rede coletora de esgoto (NELLOR e BROSSEAU, 1995).

A quantidade e qualidade de estopas, materiais absorventes e efluentes

---

<sup>14</sup> ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004 CB 155**: resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004.

provenientes da lavagem do piso do posto de serviço está diretamente relacionado com o volume de trabalho do posto e com o cuidado dos seus empregados em prevenir derramamentos e vazamentos de combustíveis e fluidos automotivos. As estopas sujas normalmente são descartadas em lixos destinados a aterros industriais, no entanto já existem serviços de lavanderia que recolhem as estopas sujas, lavando-as, e entregando estopas limpas (NELLOR e BROSSEAU, 1995).

Os materiais absorventes mais usados para conter vazamentos e derramamentos de combustíveis e fluidos automotivos são mantas de polipropileno, serragem, fibras de madeira e argila. Com exceção das mantas de polipropileno que podem ser reaproveitadas, os demais materiais devem ser destinados a aterros industriais após o seu uso. Para remover a graxa e os óleos do chão dos postos normalmente são usados produtos de limpeza de base alcalina, os quais podem aumentar a periculosidade do lodo da caixa de separação de óleo e água (NELLOR e BROSSEAU, 1995).

Outra fonte de contaminação proveniente de postos de serviço é o armazenamento inadequado de materiais e resíduos, os quais podem contaminar as linhas de águas residuárias e pluviais, o solo e a água subterrânea. Mesmo que estes materiais e resíduos estejam estocados em locais cobertos, seu acondicionamento não deve ser feito em recipientes frágeis ou abertos a fim de evitar riscos de acidentes (NELLOR e BROSSEAU, 1995).

Todos os descartes e resíduos acima citados podem ser considerados como passivos ambientais, além de possíveis contaminações de solo e lençol freático devido a vazamentos dos tanques subterrâneos de armazenagem de combustíveis e tubulações, de emissões atmosféricas provocadas pelo respiro dos tanques subterrâneos, e, de investimentos necessários à adequação à legislação pertinente.

Uma verificação completa de geração de passivos ambientais em postos de serviço só pode ser feita após o profundo conhecimento das normas e leis que definem

os padrões de construção, instalação, manutenção, conservação e segurança dos equipamentos que compõem um posto de serviço.

#### 2.4.5. *Legislação ambiental*

Como descrito no item anterior, os produtos comercializados, estocados e manuseados nos postos de serviço são tóxicos e perigosos, sendo que em caso de acidentes o risco de contaminação ambiental é grande. Desta forma, a partir da década de noventa surgiram leis e normas técnicas próprias para este tipo de atividade.

A primeira lei ambiental aplicável a postos de serviço foi a resolução do CONAMA nº 20 (1986) que classifica as águas doces, salobras e salinas segundo seu uso preponderante e no seu artigo 21 estabelece o limite máximo de óleo mineral e de materiais sedimentáveis para o lançamento de efluentes.

A resolução do CONAMA nº 9 (1993) dispõe sobre óleos lubrificantes, na qual é definido que óleos lubrificantes usados ou contaminados regeneráveis são aqueles que em decorrência do seu uso normal ou por motivo de contaminação, tenham se tornados inadequados a sua finalidade original, podendo, no entanto, serem regenerados através de processos disponíveis no mercado. Esta resolução ainda classifica como gerador de óleo lubrificante usado ou contaminado a pessoa física ou jurídica que, em decorrência de sua atividade, ou face ao uso de óleos lubrificantes gere qualquer quantidade de óleo lubrificante usado ou contaminado.

A resolução do CONAMA nº 9 (1993) ainda obriga o gerador de óleos lubrificantes usados e contaminados a armazená-los de forma segura e adequada, em locais acessíveis para coleta, a destiná-los para o rerrefino ou outro método de reciclagem autorizado, a aliená-los apenas a coletores autorizados, a manter registros da compra de óleos lubrificantes e alienação de óleos lubrificantes usados ou contaminados para fins de fiscalização, a responsabilizar-se pela destinação de óleos lubrificantes usados ou contaminados não regeneráveis e a destinar este último de

acordo com a orientação do seu produtor.

Especificamente, em 1995, a cidade de Curitiba estabeleceu legislação própria para regulamentar a instalação de postos de serviço no referido município. A lei municipal nº 8681 (1995) dispõe sobre a instalação de postos de serviço e cria a obrigatoriedade em executar medidas preventivas de proteção ao meio ambiente, especialmente no sistema de armazenamento de combustíveis. Esta lei é regulamentada pelo decreto nº 971 (1995) em relação às condições das edificações e à proteção ambiental nos postos de serviço.

A resolução do CONAMA nº 273 (2000) regulamenta, em âmbito nacional, o licenciamento ambiental para postos de serviço a serem instalados e os já existentes, bem como dispõe sobre procedimentos a serem adotados em caso de acidentes ou vazamentos ocorridos nos mesmos.

Tanto esta resolução quanto a legislação municipal de Curitiba obrigam o uso das normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para a elaboração e execução de projetos de postos de serviço no que tange à instalação e escolha dos tipos de equipamentos a serem usados.

A escolha dos tipos de equipamentos a serem usados nos postos de serviço é feita a partir da classe do mesmo, a qual é definida pela norma NBR 13786. Para a definição da classe do posto é analisado o ambiente em torno do mesmo, numa distância de cem metros a partir do seu perímetro. Ao se identificar o fator de agravamento, o posto será classificado no nível mais alto, mesmo que haja apenas um fator desta classe. As classes dos postos com seus respectivos fatores de agravamento são mostrados na tabela 2.4.

A determinação do tipo de tanque subterrâneo que será usado para armazenar os combustíveis a serem comercializados nos postos de serviço deve seguir os critérios da norma NBR 13786. Já os princípios gerais de segurança para a sua instalação são

definidos na norma NBR 13781. O mesmo ocorre para as tubulações que se interligam ao tanque subterrâneo dos postos de serviço. Após a sua seleção, seguindo os critérios da norma NBR 13786, os princípios gerais de segurança, construção e montagem destas tubulações, são determinados pela norma NBR 13783.

**TABELA 2.4 - FATORES DE AGRAVAMENTO DAS CLASSES DOS POSTOS DE SERVIÇO**

<b>Classe</b>	<b>Fator de agravamento</b>
0	Quando não possuir nenhum fator de agravamento das classes seguintes
1	Rede de drenagem de águas pluviais, rede subterrânea de serviços, fossa em áreas urbanas e edifício multifamiliar com até quatro andares
2	Asilo, creche, edifício multifamiliar com mais de quatro andares, favela em cota igual ou superior à do posto, edifício de escritórios comerciais com quatro ou mais pavimentos, poço de água para consumo doméstico, casa de espetáculos ou templo, escola e hospital
3	Favela em cota inferior à do posto, metrô em cota inferior à do solo, garagem residencial ou comercial, túnel, edificação residencial, comercial ou industrial construídos em cota inferior à do solo, locais de armazenamento e manuseio de explosivos, locais de carga e descarga de líquidos inflamáveis, água do subsolo utilizada para abastecimento público da cidade (independente do perímetro de cem metros) e corpos naturais superficiais de água, bem como seus formadores, destinados ao abastecimento doméstico, a proteção das comunidades aquáticas, a recreação de contato primário, a irrigação e a criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana

FONTE: NBR 13786:2001

Os procedimentos necessários para a detecção de vazamentos em sistemas de abastecimento subterrâneo de combustíveis (SASC) são estabelecidos pela norma NBR 13784. Para a detecção destes vazamentos, normalmente são usados poços de monitoramento, os quais devem ser construídos e instalados segundo as condições mínimas fixadas pela norma NBR 14623.

A norma NBR 14605 estabelece os parâmetros para a concepção, instalação e operação de sistemas de drenagem oleosa, tais como a caixa separadora de água e óleo (SAO) e a caixa de areia, para postos de serviço.

A portaria nº 103 de 1998 do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) exige que todos os filtros para óleo diesel, do tipo prensa, em uso ou não, estejam adequados aos requisitos de segurança em atmosferas explosivas. Esta portaria ainda exige que esta adequação seja comprovada através de ensaios realizados em laboratórios credenciados pela Autarquia e que os filtros em uso, cujas eletrobóias tenham sido substituídas para o atendimento da portaria, recebam uma identificação específica.

#### *2.4.6. Sistema de abastecimento subterrâneo de combustíveis (SASC)*

Os combustíveis comercializados em um posto de serviço são armazenados em tanques subterrâneos e transportados até as bombas de abastecimento através de tubulações também subterrâneas. A figura 2.3 mostra um esquema deste sistema conhecido como sistema de abastecimento subterrâneo de combustíveis (SASC).

O volume dos tanques subterrâneos de armazenamento de combustíveis varia de 15000L até 30000L. Estes tanques podem armazenar apenas um tipo de combustível ou dois tipos diferentes simultaneamente, sendo que este último tanque deve ser necessariamente compartimentado.

Os tanques subterrâneos podem ser construídos com vários materiais em diferentes estruturas, sendo que as mais usuais são os tanques de parede simples ou dupla de aço carbono revestido, os de parede simples ou dupla de resina termofixa reforçada com fibra de vidro e os de aço carbono com parede dupla não metálica, conhecidos como tanques jaquetados.

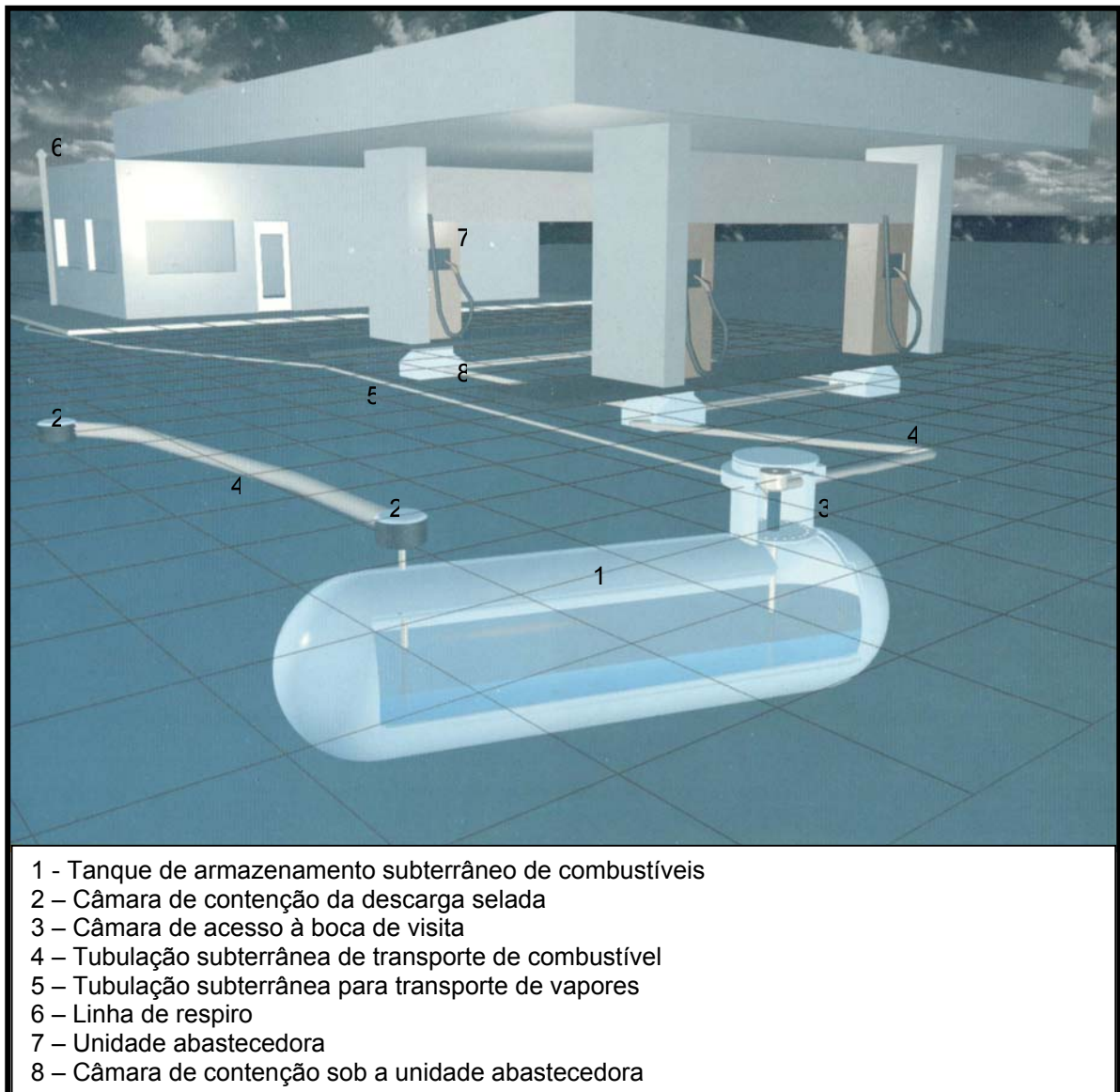


Fig. 2.3 – Esquema do sistema de abastecimento subterrâneo de combustíveis

O tanque jaquetado é formado por duas paredes e um espaço intersticial, sendo que a parede interna é construída em aço carbono e a externa em material não metálico (NBR 13786). O espaço intersticial é o espaço existente entre estas duas paredes, nele são instalados sensores eletrônicos que realizam um monitoramento contínuo detectando qualquer tipo de vazamento. Outra função deste espaço é isolar o tanque interno do meio ambiente subterrâneo assegurando total proteção contra corrosão. Um desenho esquemático de um tanque jaquetado é mostrado na figura 2.4.

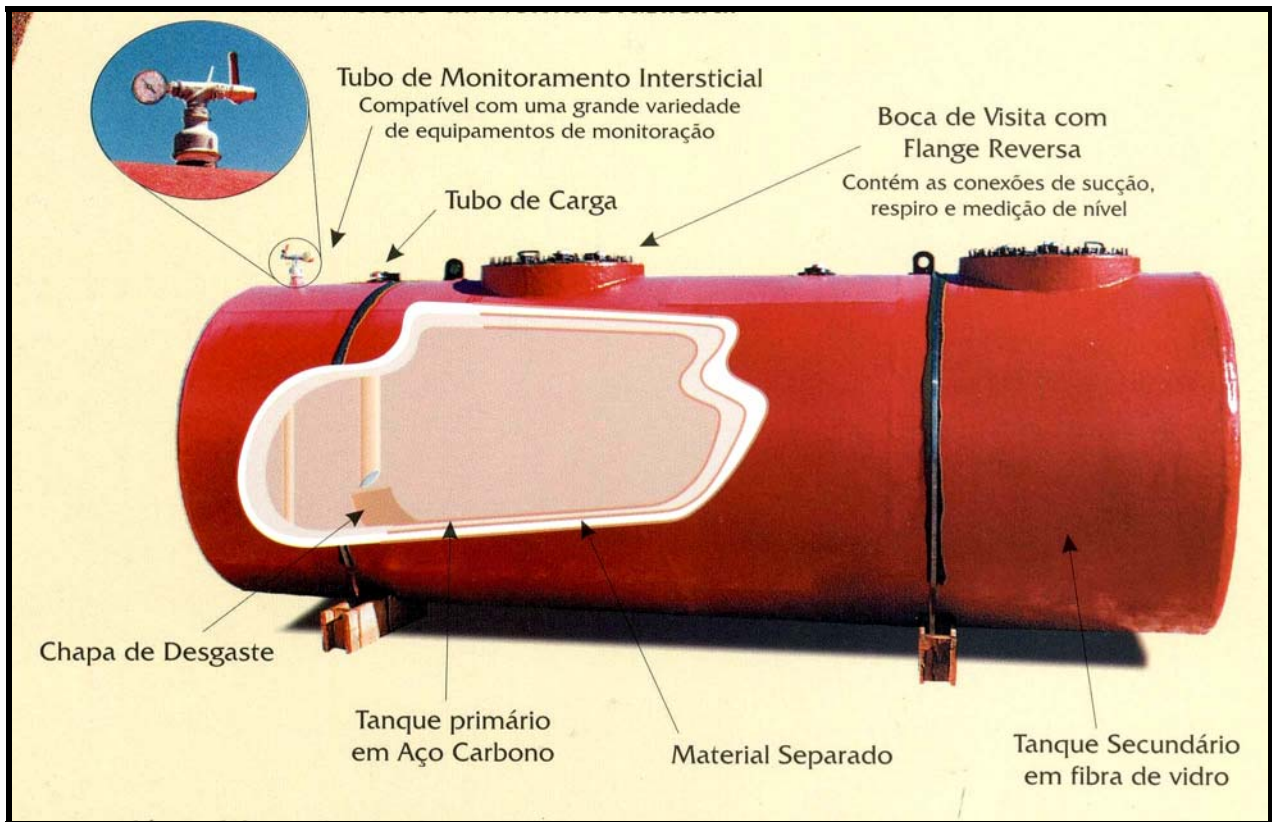


Fig. 2.4 – Desenho esquemático de um tanque jaquetado.

A construção destes tanques é padronizada pelas normas da ABNT abaixo citadas:

- NBR 13212:2001 – Posto de serviço – Tanque atmosférico subterrâneo em resina termofixa, reforçada com fibra de vidro de parede simples ou dupla;
- NBR 13312:2001 – Posto de serviço – Construção de tanque atmosférico subterrâneo em aço carbono;
- NBR 13785:1997 – Construção de tanque atmosférico subterrâneo em aço carbono de parede dupla metálica ou não metálica.

A escolha do tanque de armazenamento que poderá ser usado no posto de serviço é feita segundo a classificação do posto seguindo os critérios dados pela NBR 13786. Para os postos classificados como classe 0, 1 ou 2, o tanque a ser instalado



pode ser de parede simples sendo construído conforme as normas NBR 13212 ou NBR 13312. Já os postos classificados como classe 3 devem instalar tanques subterrâneos de parede dupla fabricados segundo as normas NBR 13212 ou NBR 13785.

Todos os tanques de estrutura metálica devem possuir proteção contra corrosão, a qual pode ser feita através de revestimentos, proteção catódica ou uma associação de ambos. O revestimento é constituído por uma película não metálica resistente à corrosão do solo e aos produtos armazenados, aderida firmemente à estrutura externa do tanque (NBR 13786).

A proteção catódica é um sistema que fornece um suprimento de corrente contínua em intensidade suficiente para eliminar as pilhas de corrosão, sendo que os processos usados para a proteção catódica são o de anodo galvânico ou o de corrente impressa. A associação destes dois tipos de proteção deve ser usada quando o isolamento elétrico do revestimento ou pintura não for suficiente para bloquear as pilhas de corrosão formadas entre o solo e a superfície metálica do tanque (NBR 13786).

A instalação dos tanques subterrâneos deve seguir procedimentos descritos pela norma NBR 13781, sendo que antes da sua instalação, os tanques devem ser inspecionados para atestar que os mesmos não possuem danos estruturais aparentes ou no revestimento, caso estes danos existam os mesmos devem ser reparados antes da instalação. Os tanques de parede simples devem ter sua estanqueidade testada antes da sua instalação, enquanto que os tanques de parede dupla devem apresentar pressão negativa no interstício.

Segundo a NBR 13786, vários dispositivos de contenção e prevenção de derramamentos ou transbordamentos de combustíveis devem ser instalados nos tanques segundo a classificação do posto de serviço, segundo seu entorno. A relação entre a classe do posto e os equipamentos de segurança que devem ser usados no mesmo é apresentada na tabela 2.5.

TABELA 2.5 - DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA OBRIGATÓRIOS PARA POSTOS SEGUNDO SUA CLASSIFICAÇÃO

Classe	Dispositivo de segurança
0	Câmara de acesso à boca de visita, descarga selada e câmara de contenção da descarga selada
1	Todos os dispositivos da classe 0
2	Todos os dispositivos da classe 0 e ainda válvula de proteção contra transbordamento ou válvula de retenção de esfera flutuante ou alarme de transbordamento
3	Todos os dispositivos da classe 2 e ainda monitoramento do interstício

FONTE: NBR 13786:2001

Os sistemas de proteção contra derramamentos visam conter os mesmos a fim de evitar a contaminação do subsolo ou dificultar a contaminação do sistema de drenagem de águas servidas ou pluviais (NBR 13786). O dispositivo instalado nos tanques subterrâneos para esta finalidade é a câmara de acesso à boca de visita, também conhecida como “*spill*” da boca de visita e pode ser visto na figura 2.5.

A câmara de acesso à boca de visita é uma câmara estanque construída em polietileno de alta densidade que dá acesso ao tanque de armazenamento de combustíveis (SÓLLITTA ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA, 1996). Ela possibilita tanto o acesso às tubulações e conexões ligadas ao tanque, bem como a retirada do flange da boca de visita, como pode ser visualizado na figura 2.6 (NBR 13786).

Eventualmente, durante a transferência de combustível do caminhão tanque para o tanque subterrâneo pode ocorrer o transbordamento do mesmo. Para evitar esta situação, vários equipamentos devem ser instalados no tanque, tais como descarga selada, câmara de contenção da descarga (“*sump*” da descarga selada), válvula de proteção contra transbordamento, válvula de retenção de esfera flutuante e alarme contra transbordamento (NBR 13786).

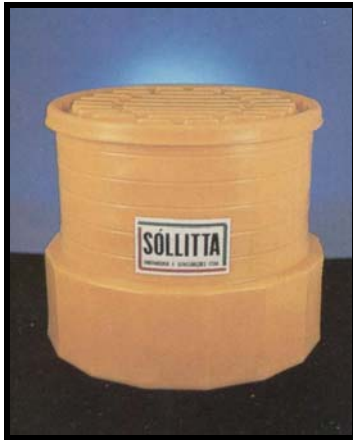


Fig. 2.5 – Vista externa da câmara de acesso à boca de visita

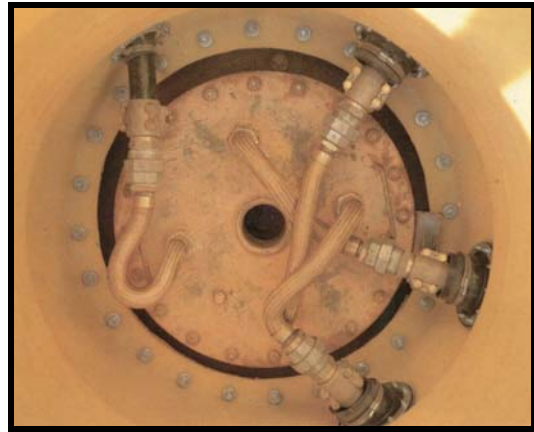


Fig. 2.6 – Vista interna da câmara de acesso à boca de visita

A descarga selada é um dispositivo que utiliza conexões de engate rápido montados nas extremidades do mangote, que interliga o tanque do caminhão tanque ao tanque do posto. A descarga de combustíveis ainda deve ser protegida por uma câmara estanque feita de polietileno de alta densidade conhecida como câmara de contenção da descarga selada ou “*sump*” da descarga selada. Esta câmara deve armazenar, durante a descarga do caminhão, o excesso de combustível e contém um dreno interno para o retorno deste excesso para o tanque subterrâneo (NBR 13786). A figura 2.7 mostra a câmara de descarga selada.

Para os postos classificados como classe 2 e 3 pelo menos um dispositivo de proteção contra transbordamentos deve ser instalado no interior do tanque de armazenamento. A válvula de proteção contra o transbordamento é um equipamento que evita o retorno de combustível através do tubo de descarga do tanque. Já a válvula de retenção de esfera flutuante, a qual pode ser vista na figura 2.8, é capaz de evitar a passagem de combustível através da linha do respiro. Também é possível instalar no tanque sensores contra transbordamento, os quais indicam que o combustível ultrapassou o limite de segurança do tanque (NBR 13786).

As tubulações e conexões que ligam os tanques de armazenamento às unidades de abastecimento ou então às linhas de respiro dos tanques podem ser construídas de

vários materiais tais como aço carbono, ferro fundido maleável revestido de zinco, poliéster e polietileno de alta densidade, sendo que a escolha do material é feita segundo as condições climáticas e do terreno (NBR 13783). Na figura 2.9 são apresentados tubos metálicos flexíveis usados para interligar os equipamentos às tubulações plásticas dando flexibilidade às plumadas (SÓLLITTA ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA, 1996).



Fig. 2.7 - Câmara de descarga selada



Fig. 2.8 - Válvula de retenção de esfera flutuante

Existem dois tipos de sistemas de tubulação para transportar o combustível do tanque até a unidade abastecedora. O sistema pressurizado está sujeito à pressão positiva aplicada por uma bomba submersa. Já o sistema por sucção está sujeito à pressão negativa (NBR 13783).

A norma NBR 13786 exige para as tubulações critérios de segurança semelhantes aos de tanques subterrâneos, ou seja, nos postos classificados como classe 0, 1 e 2 podem ser instalados tubos de parede simples com proteção contra corrosão compatível com a usada no tanque, no entanto nos postos classificados como classe 3 devem ser instaladas tubulações com parede dupla pressurizada.

A instalação das tubulações deve seguir os procedimentos descritos na norma NBR 13783, sendo que as mesmas devem ter sua estanqueidade testada antes da sua instalação. Caso algum vazamento seja detectado, a falha deve ser consertada e a

tubulação novamente testada. Após a conexão da tubulação aos tanques todo o sistema deve ser testado quanto a sua estanqueidade (NBR 13783).



Fig. 2.9 – Tubulações metálicas flexíveis

As linhas de respiro são tubulações metálicas com altura mínima de 3,70m, necessárias para escoar os gases formados no interior do tanque no momento do carregamento do mesmo. Desta forma somente pode existir uma linha de respiro por tanque ou compartimento (NBR 13783). É possível recuperar parte dos vapores gerados instalando na extremidade superior do respiro uma válvula condensadora de vapores (NACIONAL DISTRIBUIDORA LTDA, 199-). Na figura 2.10 é mostrado o desenho esquemático de uma destas válvulas.

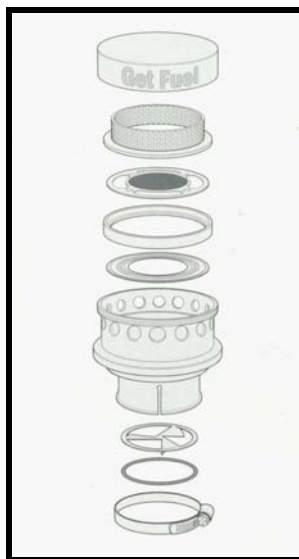


Fig. 2.10 – Desenho esquemático de válvula condensadora de vapores

#### 2.4.4. Unidades de abastecimento

Segundo a NBR 13783, as unidades de abastecimento, também conhecidas como bombas abastecedoras, são equipamentos destinados ao abastecimento de veículos, indicando o volume, o preço unitário e o valor a pagar.

A norma NBR 13786 exige que todas as classes de postos tenham uma válvula de retenção instalada junto à sucção das bombas. Esta válvula, também conhecida como “*check valve*” mantém a tubulação preenchida com combustível para a imediata operação da bomba. Caso a tubulação perca a estanqueidade em algum elemento, o combustível da mesma retorna ao tanque. Na figura 2.11 é apresentada uma válvula de retenção.

É usual que seja instalado nas bombas abastecedoras uma válvula de segurança contra colisões, também conhecida como “*safety valve*”. Esta válvula é projetada para bloquear imediatamente a tubulação nos casos de abalroamento nas bombas. Desta forma, caso a colisão seja seguida de incêndio, esta válvula impede que o fogo se alastre para dentro dos tanques de armazenamento de combustível (SÓLLITTA ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA, 1996). A figura 2.12 mostra uma válvula de segurança contra colisões.

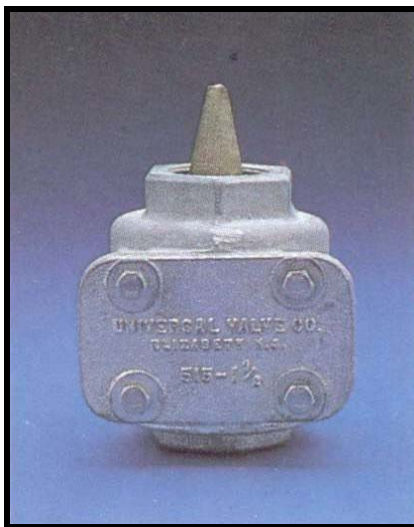


Fig. 2.11 – Válvula de retenção para unidade abastecedora



Fig. 2.12 – Válvula de segurança contra abalroamento

A norma NBR 13786 exige que os postos de serviço classificados como classe 3 instalem sob as unidades abastecedoras câmaras de contenção de vazamentos, as quais devem ser impermeáveis e estanques. Estas câmaras, também conhecidas como “*sump*” da bomba, são fabricadas em polietileno de alta densidade (SÓLLITTA ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA, 1996). Na figura 2.13 é mostrada uma câmara de contenção de vazamentos para bombas de abastecimento em corte.

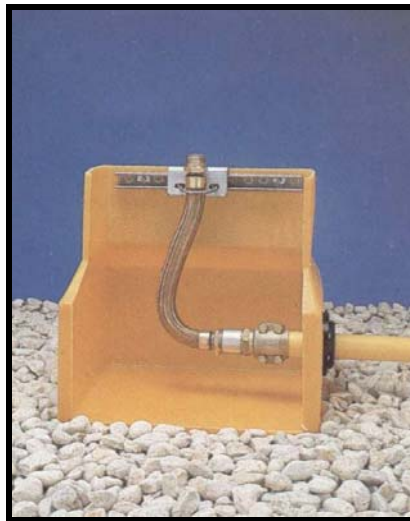


Fig. 2.13 – Câmara de contenção de vazamentos para bomba de abastecimento em corte

#### 3.4.5. *Filtro tipo prensa*

O óleo diesel deve ser filtrado antes de ser usado para o abastecimento de veículos, a fim de eliminar água e impurezas. Este processo de filtragem ocorre em um filtro tipo prensa. O óleo diesel succionado do tanque de armazenamento passa por um sistema de placas composto por material filtrante. O óleo filtrado é então armazenado em um tanque próprio do filtro. Este tanque pode ser cilíndrico de fundo cônico ou cilíndrico horizontal.

O nível deste tanque é regulado por uma eletrobóia, a qual deve ser instalada em concordância com a portaria do INMETRO nº 103 (1998). Todo este processo só pode ocorrer no momento do abastecimento de veículos, caso contrário existe indícios

de vazamento nas tubulações ou no próprio filtro. A figura 2.14 mostra um filtro tipo prensa com reservatório de diesel cilíndrico horizontal.



Fig. 2.14 – Filtro tipo prensa com reservatório de diesel cilíndrico horizontal

O elemento filtrante deve ser trocado a cada 30000L de óleo filtrado ou quando a pressão indicada pelo manômetro atingir trinta libras acima da pressão original de operação. Se estas providências não forem tomadas poderá ocorrer a quebra do manômetro ou das placas filtrantes devido a um excesso de pressão do óleo ou o motor elétrico poderá sofrer uma sobrecarga. Outra operação de manutenção que deve ocorrer duas vezes ao mês é a drenagem dos resíduos decantados e da umidade condensada existentes no fundo do reservatório (FILTROIL® FILTROS PRENSA®, 199-).

Atualmente já é possível encontrar câmaras de contenção de vazamentos próprias para o filtro prensa, também conhecidas como “*sump*” do filtro. Estas câmaras também devem ser estanques e impermeáveis e são fabricadas em polietileno de alta densidade (PETROBRAS DISTRIBUIDORA S.A., 199-).



#### 2.4.6. *Detecção de vazamentos*

A norma NBR 13786 exige que os postos de serviço de qualquer classe tenham instalados sistemas ou adotem práticas de detecção de vazamentos a fim de indicar a estanqueidade do sistema de armazenamento subterrâneo de combustíveis (SASC). O controle de estoque, a instalação de poços de monitoramento de águas subterrâneas e vapores e a realização de ensaios de estanqueidade são as práticas e sistemas de detecção de vazamentos citados por esta norma.

O controle de estoque é um método utilizado para avaliar periodicamente a variação do volume de combustível no tanque, o qual deve ser realizado diariamente e pode ser feito manual ou automaticamente. O controle de estoque manual é feito com o uso de régua calibrada e tabela de medição volumétrica ou arqueação do tanque, no entanto este método somente é capaz de detectar vazamentos acima de 4L/h e devido à sua sensibilidade deve ser acompanhado de outro método de detecção de vazamentos ou execução periódica de ensaios de estanqueidade (NBR 13784).

Já o controle de estoque automático pode atuar como método único de detecção de vazamentos, desde que sua precisão possibilite a constatação de vazamentos de no mínimo 1L/h, com apenas 5% de possibilidade de erro, considerando-se a compensação do coeficiente térmico de expansão do combustível (NBR 13784).

Independente do método de controle de estoque utilizado, o resultado obtido deve ser registrado em livro de movimento de combustíveis (LMC) (LEI MUNICIPAL Nº 8681, 1995). Ainda segundo a norma NBR 13784, os métodos de controle de estoque também devem monitorar o volume de água existente no tanque de armazenamento, pois um aumento diário deste volume pode indicar a não estanqueidade do sistema.

Os poços de monitoramento de águas subterrâneas permitem a verificação da existência de combustível em fase livre na superfície da água subterrânea (NBR 13784). Estes poços devem ser utilizados em local onde o nível de água subterrânea

esteja até oito metros de profundidade. A presença de contaminação em fase livre anterior à instalação do poço inviabiliza sua utilização (NBR 14623).

Segundo a norma NBR 13784, os poços de monitoramento devem ser instalados a jusante dos tanques, em relação à direção e no sentido do escoamento da água subterrânea. A norma NBR 14623 indica que a quantidade de poços a serem instalados deve ser estabelecida de forma que nenhum tanque fique a mais de 6,5m de qualquer poço e deve ser observada uma distância mínima de quatro metros entre o poço e qualquer tanque, exceto em locais onde as limitações do terreno não permitam.

O decreto municipal nº 971 (1995) estipula que deve ser instalado um poço de monitoramento de água subterrânea a montante dos tanques de armazenamento, seguindo a direção do fluxo das águas do lençol freático, e que as águas subterrâneas coletadas devem ser analisadas semestralmente indicando o teor de hidrocarbonetos e de álcool.

Os poços de monitoramento de vapor são capazes de verificar a presença de vapores nos poros do solo (NBR 13786). Este sistema deve ser utilizado em locais onde o nível da água subterrânea não atinja o tanque. A presença de contaminação anterior à instalação do poço também inviabiliza a sua utilização (NBR 14623).

Segundo a norma NBR 14623, deve ser instalado um poço de monitoramento de vapor por cava, caso existam dois tanques instalados em uma mesma cava poderá ser usado apenas um poço de monitoramento. Se o posto de serviço já estiver em funcionamento deverá ser instalado um poço por tanque. A amostragem dos vapores existentes no interior do poço pode ser feita por um sistema passivo ou por aspiração, permanente ou temporária (NBR 13784).

Segundo a norma NBR 13784, o ensaio de estanqueidade é um método que avalia a estanqueidade dos tanques subterrâneos de armazenamento e das tubulações de transporte de combustíveis, podendo-se usar ensaios volumétricos ou não-

volumétricos. Para a realização deste ensaio no tanque, o mesmo pode estar vazio, parcial ou completamente cheio. Estes ensaios devem avaliar a estanqueidade do tanque tanto abaixo do nível de combustível como acima deste e também devem ser capazes de detectar vazamentos de 0,5L/h com um erro máximo de 5%.

Nos ensaios hidrostáticos para verificar a estanqueidade de tubulações, o líquido utilizado deve ser introduzido de forma a ocupar todo o volume interno da tubulação, para evitar a permanência de bolsões de ar no interior da mesma. A pressão deve aumentar gradualmente até atingir-se o valor de 103kPa (15psi). Após a sua estabilização, a pressão deve ser monitorada por um período mínimo de trinta minutos. Para tubulações pressurizadas, o valor a ser atingido deve ser de uma vez e meia a pressão de trabalho (NBR 13784).

O decreto municipal nº 971 (1995) determina que os tanques fabricados em resina termofixa reforçada com fibra de vidro, de paredes duplas ou simples devem realizar o primeiro teste de estanqueidade após dez anos da sua instalação, e depois, de três em três anos. Este mesmo decreto também determina que os demais tipos de tanques e tubulações, instalados antes de 1995, devem ser testados quanto a sua estanqueidade a cada três anos.

#### *2.4.7. Coleta e tratamento de águas residuárias*

A norma NBR 13786 exige que os postos de serviço de todas as classes, com exceção dos postos classificados como classe 0, possuam de contenção na projeção da cobertura das bombas e caixa separadora de água e óleo (SAO).

As canaletas devem ser impermeáveis e destinam-se à captação e condução para a SAO de pequenos vazamentos devido a transbordamentos provenientes dos tanques dos veículos que abastecem no posto, de águas provenientes da área de abastecimento e a da água da chuva trazida pelo vento (NBR 14605 e NBR 13786). Segundo a norma NBR 14605, as canaletas da área de abastecimento do posto devem

ser construídas internamente à projeção da cobertura.

A SAO deve ser usada apenas para separar os produtos imiscíveis na água, sendo dimensionada para receber o efluente de todas as áreas de contribuição, com exceção das águas servidas e pluviais (NBR 13786). Na entrada da SAO deve existir um sistema de gradeamento capaz de separar sólidos grosseiros. É conveniente que a SAO seja projetada para separar a porção oleosa livre da água e sedimentar os sólidos pesados. Caso seja necessário é possível construir uma caixa de areia antes da SAO para a sedimentação de sólidos pesados. Após a passagem do efluente pela SAO o mesmo pode ser lançado diretamente na rede coletora de esgoto (NBR 14605).

Segundo a norma NBR 14605, a SAO deve ser enterrada ou simplesmente apoiada no solo, possuir tampa que resista ao peso de pedestres, quando a mesma estiver instalada em áreas ajardinadas ou protegidas, ou o peso de automóveis e caminhões, quando a mesma estiver instalada sob a área de abastecimento, e ter fácil acesso as suas partes internas viabilizando uma rápida manutenção e operação.

O decreto municipal nº 971 (1995) exige que sejam feitas análises semestrais do efluente proveniente da SAO atestando o teor de óleos e graxas e de sólidos sedimentáveis.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para se estabelecer a potencialidade de geração de passivos ambientais em postos de serviço foi utilizada a metodologia de análise hierárquica de processos. Este trabalho foi desenvolvido em quatro etapas principais.

Na primeira etapa estabeleceu-se a estrutura hierárquica do problema composta por onze critérios de avaliação, os quais continham vários subcritérios e elementos de análise dos postos de serviço. Em seguida, desenvolveram-se as fórmulas de recorrência para o cálculo dos pesos dos critérios de análise, nas quais aplicaram-se os pesos estabelecidos para cada subcritério adotado.

Na segunda fase foi desenvolvido um formulário de avaliação das instalações e procedimentos administrativos dos postos de serviço, utilizando-se os critérios estabelecidos na primeira etapa. Com este formulário foram avaliados *in loco* quinze postos de serviço localizados no Estado do Paraná.

Na terceira etapa do trabalho, os dados coletados em campo foram analisados e tratados para se estabelecer a ordem de potencialidade de geração de passivos ambientais para os postos estudados, indicando, dentre estes, aqueles com maior potencial de geração de passivos.

Na última etapa o método de análise hierárquica de processo foi validado usando-se os dados obtidos por LEITE (2003) através do método de priorização por aplicação de lista de critérios. Em seu trabalho, LEITE ordenou e indicou qual dos resíduos gerados por uma indústria alimentícia deveria sofrer um processo de minimização prioritariamente. O objetivo desta validação era verificar se o método de análise hierárquica de processo fornecia uma ordenação similar àquela obtida por LEITE, corroborando a aplicabilidade do método proposto.

### 3.1. ESTRUTURAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PROCESSO PARA POSTOS DE SERVIÇO

#### 3.1.1. *Estruturação hierárquica do problema*

O primeiro passo para a aplicação do método de análise hierárquica de processo (AHP) é a identificação do problema que será objeto de estudo para então elaborar uma estrutura hierárquica a fim de definir o objetivo geral a ser atingido, bem como de decompor o problema em vários níveis hierárquicos. Esta decomposição serve para comparar a importância relativa dos elementos de um determinado nível hierárquico em relação aos critérios do nível diretamente superior, auxiliando na análise do problema e identificando a melhor opção de solução para o mesmo dentre as várias alternativas possíveis.

O problema a ser estudado neste trabalho é a avaliação da geração de passivos ambientais em postos de serviço. Para tanto foi elaborada uma estrutura hierárquica complexa, pois cada critério a ser analisado foi dividido em vários subcritérios. O objetivo geral estipulado foi identificar a potencialidade que um determinado posto de serviço tinha para gerar passivos ambientais comparado com os demais. Foram elaborados onze critérios de análise, sendo estes:

- filtro tipo prensa;
- caixa separadora de água e óleo (SAO);
- tanque subterrâneo de armazenagem de combustíveis;
- bombas de abastecimento;
- poços de monitoramento de água subterrânea;
- troca de óleo lubrificante;
- piso;
- canaletas para contenção de vazamentos;
- linha de respiro;
- resíduos sólidos e

- administração.

O método AHP propõe a elaboração de alternativas para o atendimento do objetivo geral, as quais ocupam o nível mais baixo da estrutura hierárquica. Neste trabalho as alternativas foram representadas pelos próprios postos de serviço visitados, os quais totalizaram o número de quinze. Uma estrutura hierárquica simplificada do problema está representada na figura 3.1.

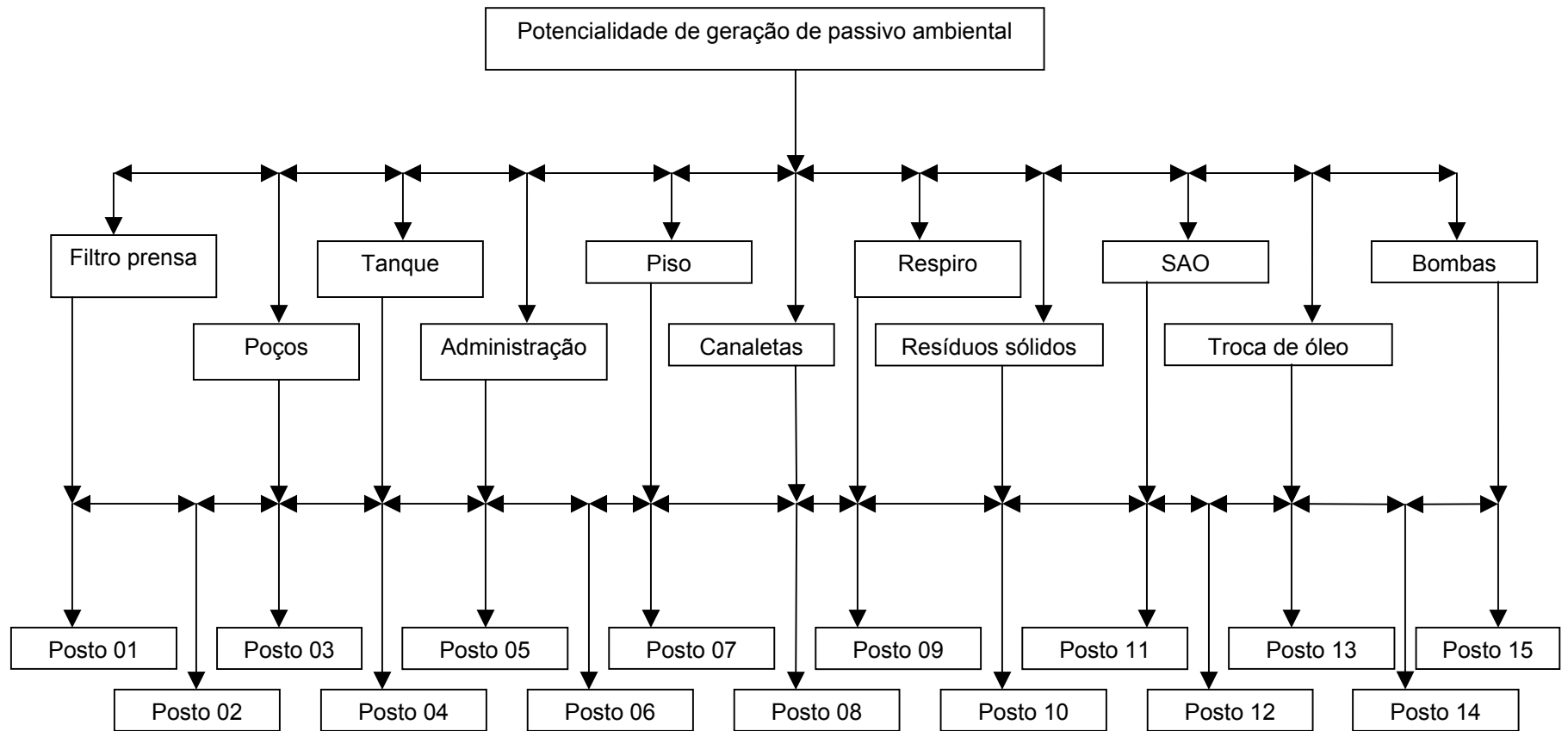


Fig. 3.1 – Representação simplificada da estrutura hierárquica proposta



### 3.1.2. Estruturação dos critérios de análise

Cada um dos onze critérios de análise foi dividido em vários subcritérios, de tal forma que cada critério teve uma estrutura hierárquica própria. Foi adotado este sistema porque cada critério de análise apresentou naturalmente uma grande gama de possibilidades de geração de passivos ambientais que deveriam ser avaliadas. A seguir serão mostradas as divisões de cada critério com suas respectivas análises.

#### a) Filtro tipo prensa

A primeira consideração quanto ao critério filtro tipo prensa é a possibilidade do posto de serviço não fornecer óleo diesel, assim ele não terá este equipamento instalado. Desta forma este posto apresenta menor potencialidade de gerar passivos ambientais.

Este critério foi dividido nos subcritérios vazamento, manutenção e instalação. O subcritério vazamento verifica a existência ou não de vazamentos nos vários elementos do filtro, os quais são o reservatório de óleo diesel, registros e conexões aéreas, conexões subterrâneas e acionamento do filtro sem abastecimento de veículos, sendo este último indicativo de que existem vazamentos na tubulação subterrânea que transporta o óleo do reservatório do filtro até a bomba de abastecimento.

O subcritério manutenção analisa a execução ou não de manutenção no filtro tipo prensa, observando a realização de limpezas periódicas no mesmo, o estado da pintura do filtro, a conservação do manômetro, a correta troca dos papéis de filtro e o estado de conservação do reservatório de óleo diesel.

O subcritério instalação analisa a correta instalação elétrica e hidráulica do filtro tipo prensa. Com relação à instalação elétrica foi observado o atendimento ou não da portaria do INMETRO nº 103 (1998), foi também verificado a existência ou não de

fiação elétrica sem isolamento, se o motor e a chave de liga/desliga eram ou não à prova de explosão e se a unidade seladora estava ou não instalada.

Os elementos analisados da instalação hidráulica foram a correta instalação hidráulica do reservatório cilíndrico ou cônico, o uso de válvulas tipo esfera ou gaveta, se o filtro tipo prensa foi instalado sobre piso impermeável e se foi ou não instalada a câmara de contenção de vazamentos sob o mesmo ou construída bacia de contenção para vazamentos. A representação da estrutura hierárquica referente ao critério filtro tipo prensa é mostrada na figura 3.2.

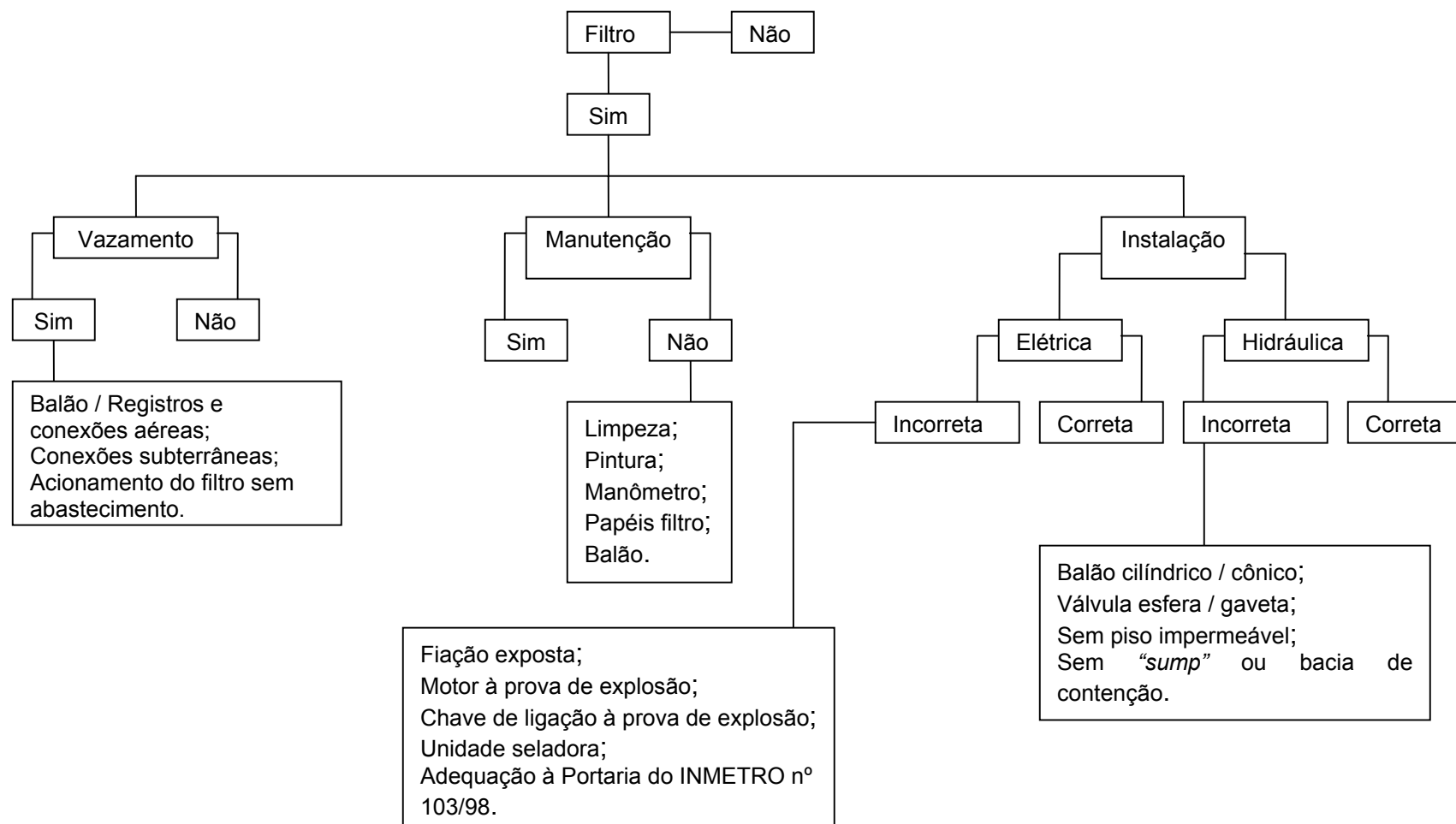


Fig. 3.2 – Estrutura hierárquica do critério de análise filtro tipo prensa

b) Caixa separadora de água e óleo (SÃO)

O critério de análise SÃO foi dividido nos subcritérios vazamento, manutenção, instalação e resíduos.

O objetivo do subcritério vazamento foi a verificação visual da existência ou não de manchas no calçamento ao redor da SÃO, esta característica indica a existência de vazamentos do efluente contido na caixa separadora. Em relação ao subcritério manutenção buscou-se verificar a correta execução ou não de manutenção da SÃO, os elementos observados neste subcritério foram o estado de conservação das tampas, tubos e paredes da SÃO, a existência de resíduos no primeiro compartimento da SÃO e a realização de lavagem periódica da mesma.

No subcritério instalação foi analisada a correta instalação ou não da caixa separadora, para tanto foi observado se eram realizados testes nos efluentes da SÃO e se os resultados dos mesmos apresentavam concentrações de óleos e graxas acima dos limites impostos pela legislação. Neste subcritério também foi verificado se havia ou não resíduos no último compartimento da SÃO. A existência de resíduos no último compartimento da SÃO ou um efluente com a concentração de óleos e graxas acima do permitido por lei são indícios de uma caixa separadora mal instalada, pois a mesma não está sendo capaz de separar os óleos e graxas da água residuária.

Com relação ao subcritério resíduos foi observada a correta destinação do lodo decantado na SÃO, uma vez que este lodo é considerado como resíduo industrial ele deve ser coletado por empresa especializada e destinado para aterro industrial. A representação da estrutura hierárquica referente ao critério de análise SÃO é mostrada na figura 3.3.

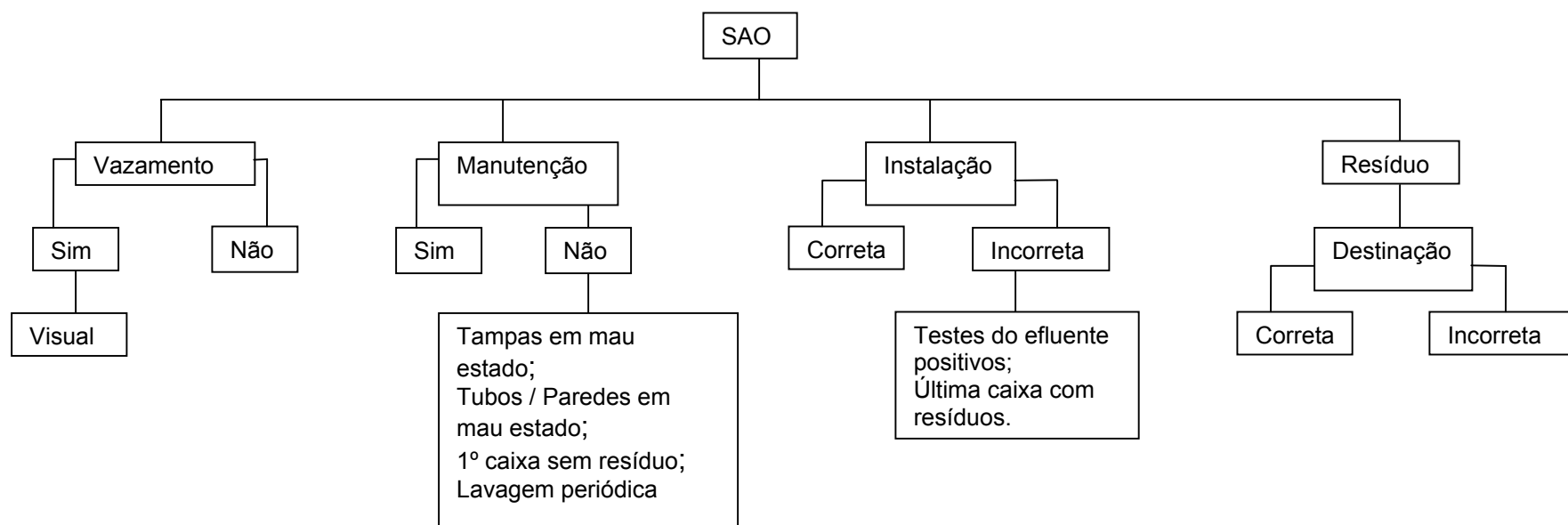


Fig. 3.3 – Estrutura hierárquica do critério de análise SAO

### c) Tanque subterrâneo de armazenagem de combustíveis

Este critério englobou não somente os tanques de armazenamento de combustíveis, mas também as tubulações subterrâneas que transportam estes combustíveis dos tanques para as bombas de abastecimento ou filtro tipo prensa. O critério tanque de armazenamento de combustíveis foi dividido nos subcritérios vazamento, livro de movimento de combustíveis (LMC), realização de teste de estanqueidade e proteção.

No subcritério vazamento, buscou-se verificar a existência ou não de vazamentos nos elementos de proteção instalados no tanque, ou seja, na câmara de contenção da descarga selada e na câmara de acesso à boca de visita, e manchas no piso ao redor da boca de descarga, o que indica derramamentos durante o processo de carregamento do tanque de armazenagem. Outros elementos verificados neste subcritério foram a existência de combustível na caixa da descarga selada, sem que estivesse instalada a câmara de contenção da descarga selada, e o acionamento do alarme do sensor do interstício da parede do tanque.

O subcritério LMC tem como objetivo observar se era realizado ou não a verificação volumétrica da quantidade de combustíveis armazenados no tanque. Caso esse controle fosse realizado verificou-se qual era o método usado pelo posto de serviço, sendo estes: acionamento do sensor eletrônico de monitoramento de interstício, leitura do volume de combustível armazenado com o uso de sensor eletrônico instalado internamente ao tanque, realização da leitura do totalizador da bomba de abastecimento, também conhecido como encerrante da bomba, sendo que o totalizador pode ser eletrônico ou analógico, e realização do controle de volume de combustível armazenado por leitura de régua calibrada.

O subcritério realização do teste de estanqueidade verificou se o referido teste era realizado dentro da periodicidade necessária e, em caso positivo, se os resultados

obtidos atestavam que o sistema subterrâneo de armazenamento de combustíveis era estanque ou não.

No subcritério proteção foi observado se os equipamentos de proteção contra derramamentos e transbordamentos exigidos pela norma NBR 13786 foram instalados ou não nos tanques de armazenamento. O equipamento de proteção contra derramamento observado foi a câmara de acesso à boca de visita. Já os equipamentos de proteção contra transbordamentos observados foram a válvula de proteção contra transbordamento, o alarme contra transbordamento, a válvula de retenção de esfera flutuante, a câmara de contenção da descarga selada e a própria descarga selada. A representação da estrutura hierárquica do critério de análise tanque subterrâneo de armazenamento de combustíveis é mostrada na figura 3.4.

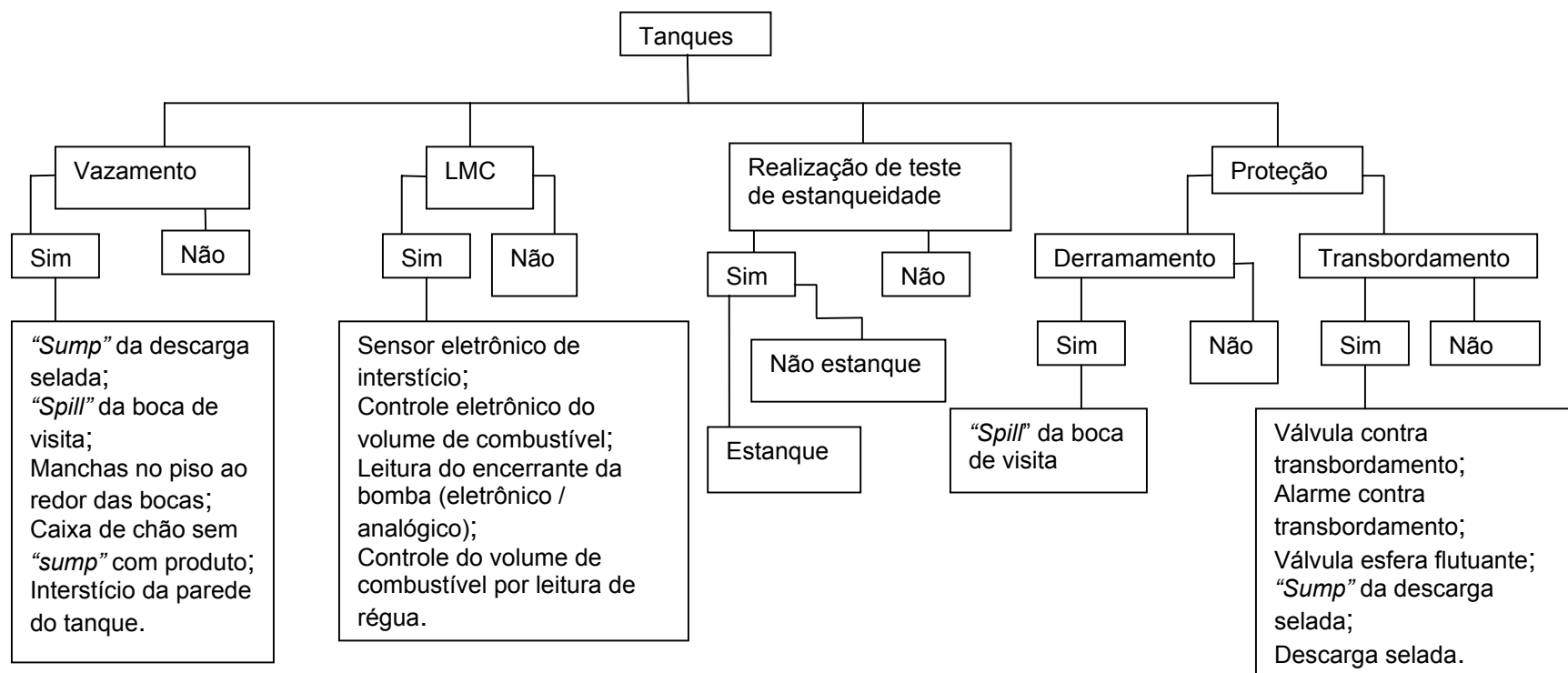


Fig. 3.4 – Estrutura hierárquica do critério de análise tanque subterrâneo de armazenamento de combustíveis



#### d) Bombas de abastecimento

O critério bombas de abastecimento foi dividido nos subcritérios vazamento, manutenção e instalação.

No subcritério vazamento foi verificado a existência ou não de vazamentos nos elementos da bomba abastecedora, sendo estes a câmara de contenção instalada sob a unidade de abastecimento, a mangueira e o bico de abastecimento e as tubulações internas da bomba.

Com relação ao subcritério manutenção, procurou-se verificar a realização de manutenção periódica na bomba abastecedora observando-se o estado de conservação das mangueiras e bicos de abastecimento, da fiação elétrica e tubulações internas da bomba e da própria bomba de abastecimento como um todo.

O objetivo do subcritério instalação foi verificar a correta instalação elétrica e hidráulica da bomba de abastecimento. Com respeito à instalação elétrica foi verificada na bomba a existência de fiação elétrica sem isolamento, se o motor era à prova de explosão, se a fiação elétrica estava acomodada em um compartimento intrinsecamente seguro, se a unidade seladora estava instalada e se o quadro de luz referente às bombas de abastecimento era independente do quadro de luz do posto de serviço.

Em relação à instalação hidráulica da bomba de abastecimento buscou-se verificar se as conexões usadas eram flexíveis ou não, se a câmara de contenção de vazamentos havia sido instalada sob a bomba, assim como a válvula de segurança. A representação da estrutura hierárquica do critério de análise bombas abastecedoras é mostrado na figura 3.5.

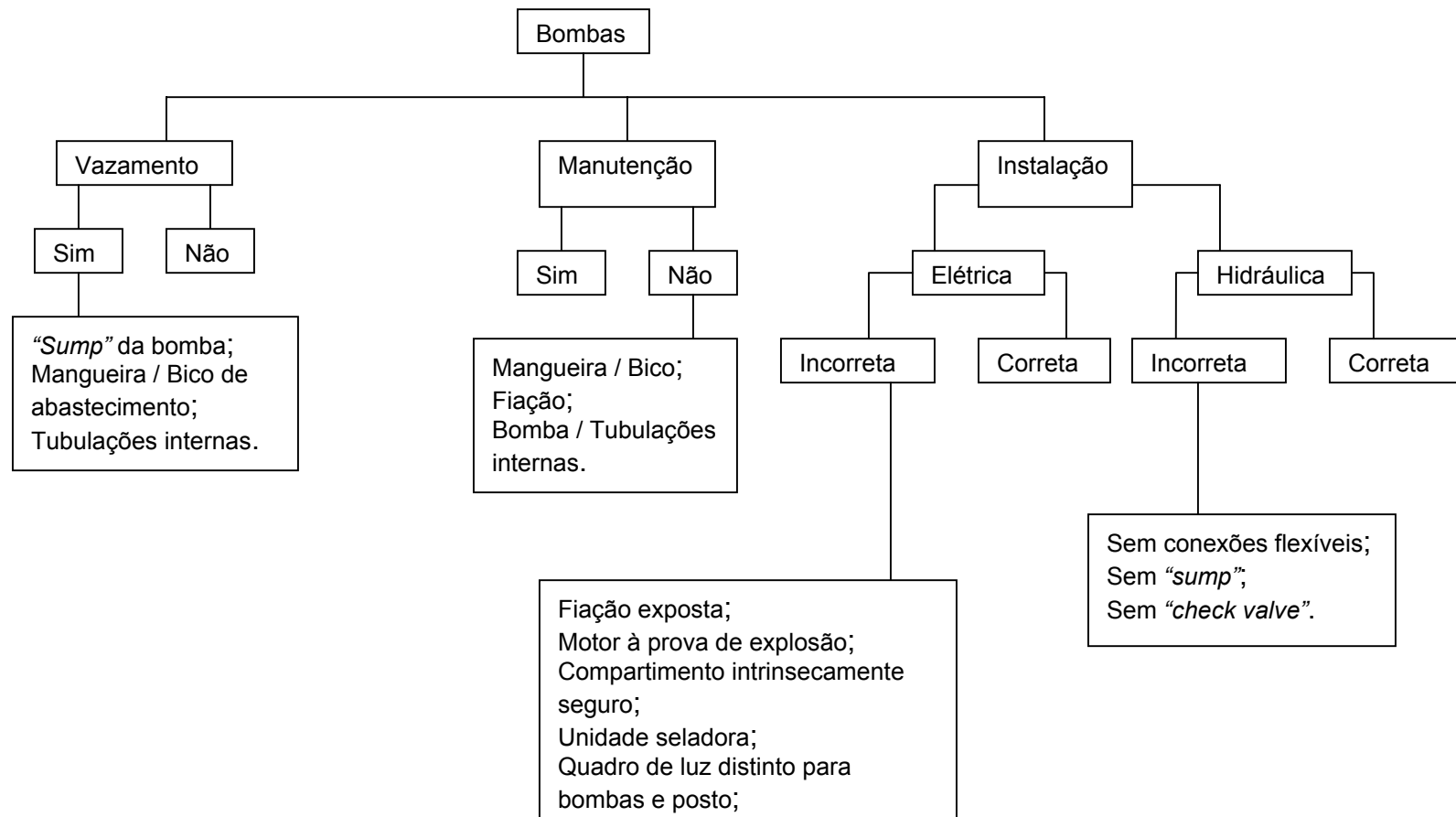


Fig. 3.5 – Estrutura hierárquica do critério de análise bombas de abastecimento

#### e) Poços de monitoramento de água subterrânea

A primeira questão a ser verificada em relação ao critério poços de monitoramento de água subterrânea é se o posto de serviço estudado tem ou não tais dispositivos instalados, ou seja, se ele é capaz ou não de monitorar a qualidade do lençol freático. O posto que não tem poços de monitoramento instalados apresenta uma maior potencialidade de geração de passivos ambientais.

Este critério foi dividido nos subcritérios instalação e inspeção. Foi verificada com o subcritério instalação, se os poços de monitoramento de água subterrânea foram instalados na quantidade correta e também na localização adequada em relação aos tanques de armazenamento de combustíveis e em relação ao sentido do fluxo do lençol freático.

No subcritério inspeção verificou-se visualmente a existência de contaminação em amostra retirada do interior do poço de monitoramento de água subterrânea e também a presença de cheiro de combustível na mesma. Outra questão analisada neste subcritério foi a realização ou não de testes laboratoriais com a água coletada através do poço de monitoramento.

Se o posto de serviço realizava este tipo de análise foi verificado se os resultados obtidos apresentavam concentrações de benzeno, tolueno, etil-benzeno e xileno (BTEX) dentro dos padrões aceitáveis ou se essas concentrações estavam acima dos limites aceitáveis em pequenas ou grandes proporções. A representação da estrutura hierárquica do critério de análise poços de monitoramento é mostrada na figura 3.6.

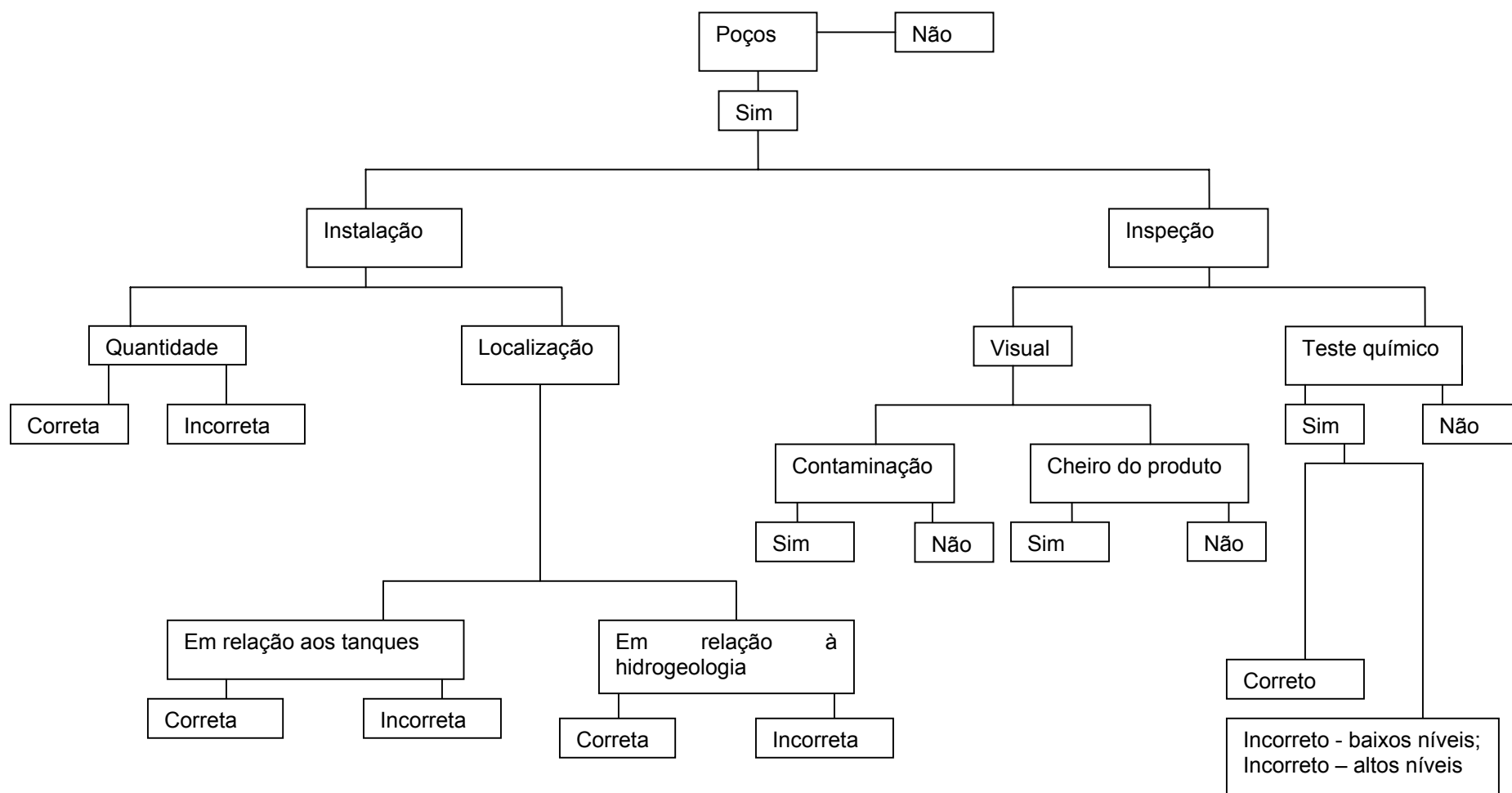


Fig. 3.6 – Estrutura hierárquica do critério de análise poços de monitoramento de água subterrânea

#### f) Troca de óleo lubrificante

O critério troca de óleo lubrificante foi dividido nos subcritérios vazamento, armazenamento e destinação.

Com o subcritério vazamento buscou-se a existência ou não de vazamentos provenientes dos recipientes usados para armazenar o óleo lubrificante usado, sendo estes: tambores, tubulação de transporte e tanques subterrâneos.

O subcritério armazenamento analisou o tipo de recipiente empregado para armazenar o óleo lubrificante usado, uma vez que dependendo do tipo de armazenamento utilizado a detecção de vazamentos é facilitada. Estes recipientes são tambores e tanques subterrâneos.

Já o subcritério destinação verificou se o óleo lubrificante usado era coletado e destinado para empresas autorizadas pela Agência Nacional do Petróleo (ANP) para a execução deste trabalho ou não. A representação da estrutura hierárquica do critério troca de óleo lubrificante é mostrada na figura 3.7.

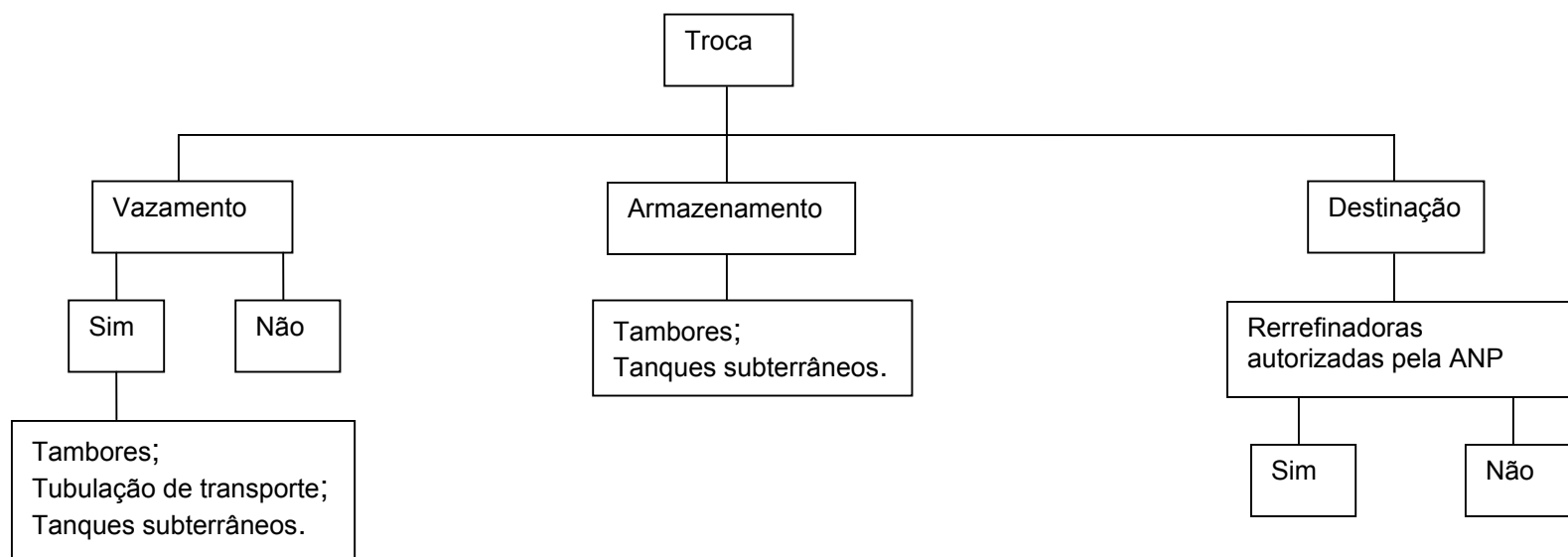


Fig. 3.7 – Estrutura hierárquica do critério de análise troca de óleo lubrificante

#### g) Piso

A maior parte do piso de um posto de serviço deve ser especial a fim de evitar contaminações do solo e do lençol freático por combustíveis, óleos lubrificantes e graxas. Desta forma o critério de análise piso foi dividido nos subcritérios impermeável, localização e conservação.

O subcritério impermeável verificou se a composição do piso conferia ao mesmo impermeabilidade ou não. No subcritério localização, foi observado em quais áreas do posto de serviço o piso impermeável havia sido construído, sendo estas as áreas de troca e armazenamento de óleo lubrificante usado, as áreas de abastecimento e lavagem de veículos e a área de descarga de combustíveis.

Já o subcritério conservação verificou se o piso do posto de serviço apresentava rachaduras ou manchas, sendo estas últimas um indicativo de contaminação do piso por combustíveis, óleos lubrificantes ou graxas. A representação da estrutura hierárquica do critério piso é mostrada na figura 3.8.

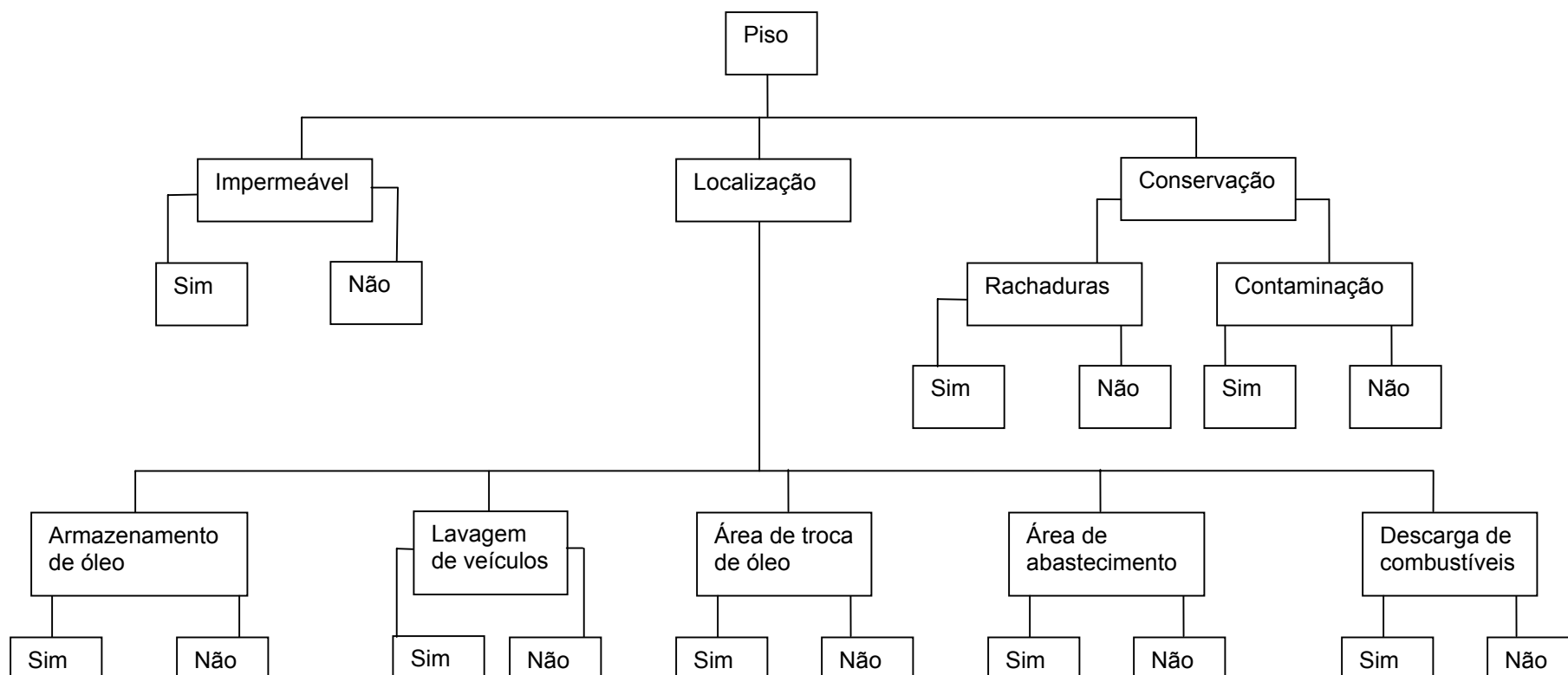


Fig. 3.8 – Estrutura hierárquica do critério de análise piso



#### h) Canaletas para contenção de vazamentos

O critério canaletas para contenção de vazamentos foi dividido nos subcritérios instalação, localização e conservação.

No subcritério instalação verificou-se se todas as canaletas construídas para a contenção de vazamentos estavam ou não conectadas à SÃO. Com o subcritério localização foram observadas as áreas do posto de serviço onde as canaletas para contenção de vazamentos foram construídas, sendo estas as áreas de troca e armazenamento de óleo lubrificante usado, as áreas de abastecimento e lavagem de veículos e a área de descarga de combustíveis.

O subcritério conservação verificou se as canaletas construídas para contenção de vazamentos estavam obstruídas por materiais sólidos ou não e se as mesmas apresentavam ou não desníveis em relação ao piso. A representação da estrutura hierárquica do critério de análise canaletas para contenção de vazamentos é mostrada na figura 3.9.

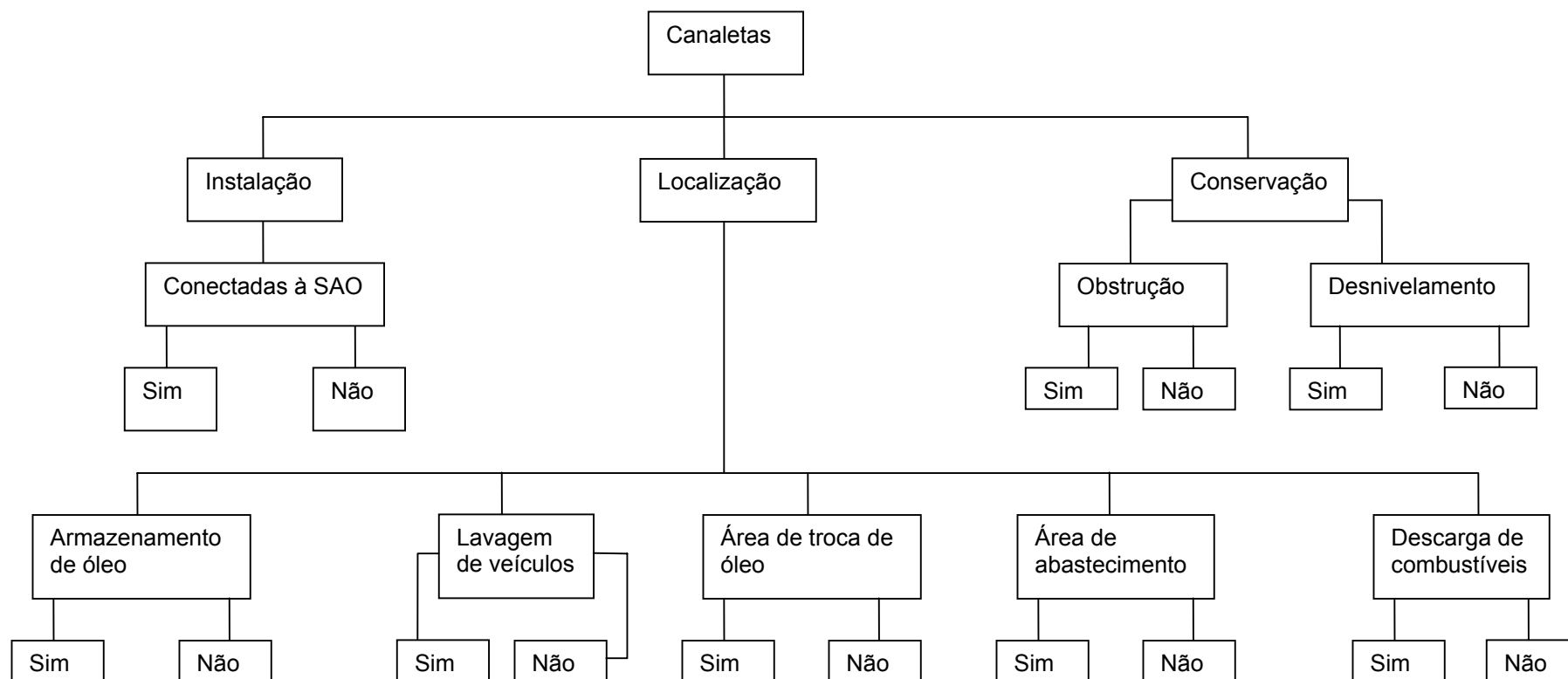


Fig. 3.9 – Estrutura hierárquica do critério de análise canaletas para contenção de vazamentos

i) Linha de respiro

O critério linha de respiro foi dividido nos subcritérios instalação, válvula condensadora de vapores e contaminação.

Com o subcritério instalação foi verificado se as linhas de respiro instaladas no posto de serviço correspondiam ou não ao mesmo número de tanques de armazenamento de combustíveis ou compartimentos dos mesmos e se as linhas de respiro tinham ou não a altura mínima exigida pela norma NBR 13783.

No subcritério válvula condensadora, foi observado se nas linhas de respiro do posto haviam sido instaladas ou não válvulas condensadoras de vapores, as quais são capazes de minimizar as emissões gasosas devido a evaporação dos combustíveis presentes nos tanques de armazenamento no momento em que os mesmos não estão sendo carregados.

O subcritério contaminação verificou indícios de vazamento de combustíveis através da tubulação da linha de respiro, os quais podem ocorrer caso não seja instalada no tanque de armazenamento de combustíveis a válvula de retenção tipo esfera. A representação da estrutura hierárquica do critério linha de respiro é mostrada na figura 3.10.

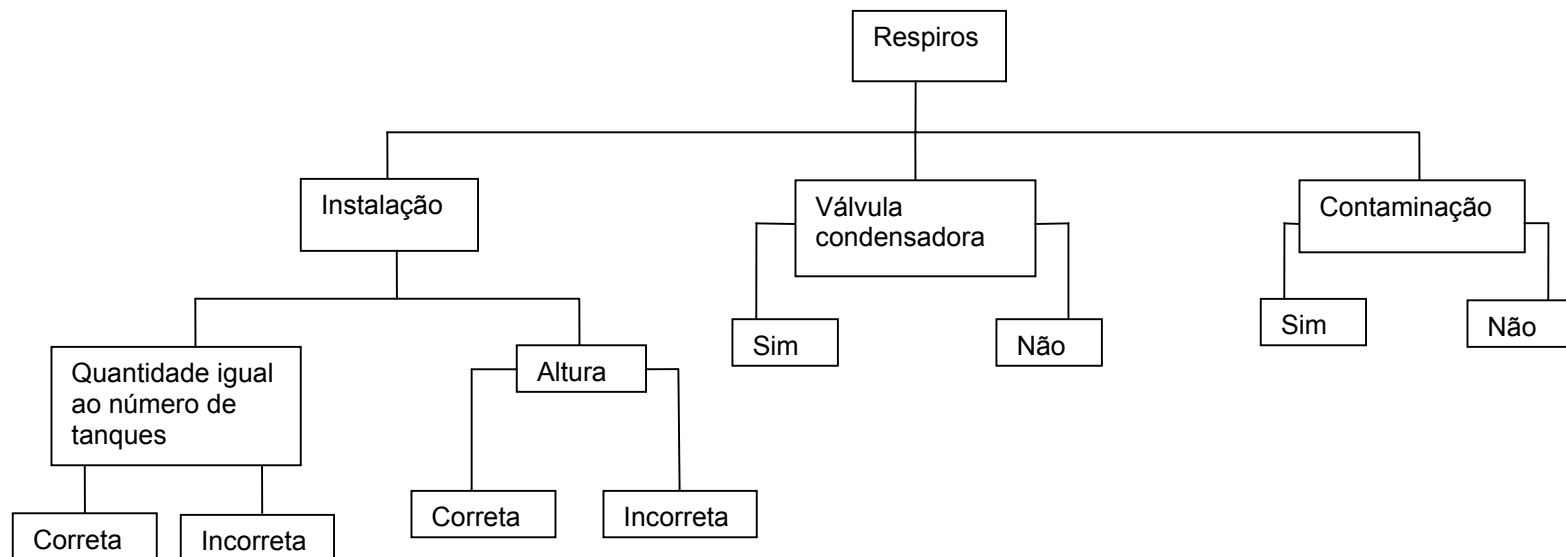


Fig. 3.10 – Estrutura hierárquica do critério de análise linha de respiro

#### j) Resíduos sólidos

Várias atividades desenvolvidas em um posto de serviço geram resíduos sólidos os quais por estarem contaminados por combustíveis, óleos lubrificantes e graxas devem ser destinados da mesma forma que os resíduos industriais. O critério de análise resíduos sólidos foi dividido nos subcritérios geração, armazenamento e destinação permitida.

Com o subcritério geração foram levantados quais os tipos de resíduos sólidos eram gerados pelo posto de serviço, os quais podem ser: pneus usados, filtros de ar e de óleo usados, embalagens vazias usadas e serragem contaminada. No subcritério armazenamento se verificou se os resíduos sólidos gerados eram ou não armazenados em locais cobertos e em recipientes específicos para os mesmos.

Em relação ao subcritério destinação permitida foi verificado se o resíduo sólido gerado era ou não destinado a aterros industriais ou recicladoras quando possível. A representação da estrutura hierárquica do critério de análise resíduos sólidos é mostrada na figura 3.11.

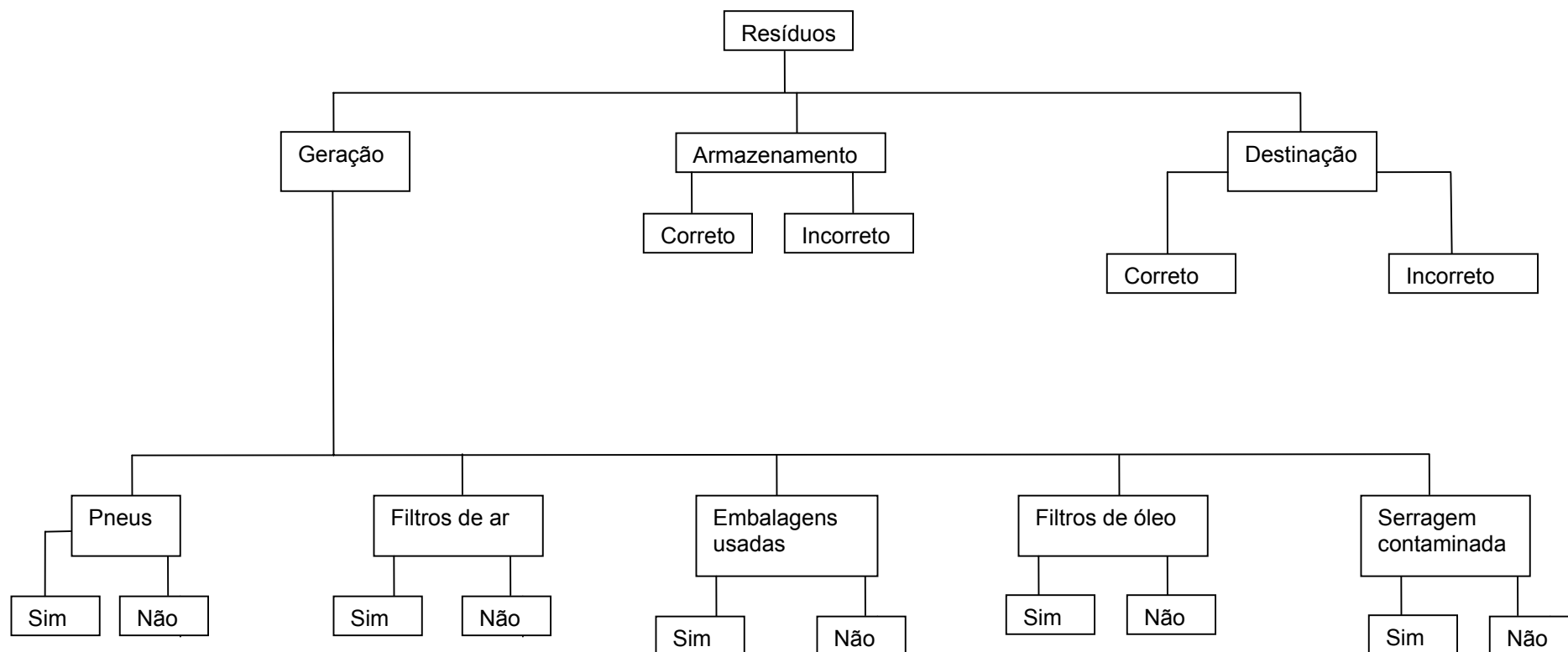


Fig. 3.11 – Estrutura hierárquica do critério de análise resíduos sólidos

#### k) Administração

Este critério buscou verificar se o posto de serviço estudado cumpria ou não as exigências estabelecidas pela legislação vigente e outras questões relevantes para a identificação da possibilidade de geração de passivos ambientais pelo referido posto. O critério de análise administração foi dividido nos subcritérios licença ambiental, adequação à NBR 13786, treinamento de funcionários, classificação do entorno e tempo de operação.

O subcritério licença ambiental verificou se o posto de serviço estudado já havia obtido sua licença ambiental de operação a qual é exigida pela resolução do CONAMA nº 273 (2000). Com o subcritério adequação à NBR 13786 observou-se se o posto de serviço tinha ou não instalado todos os equipamentos de segurança contra vazamentos, derramamentos e transbordamentos exigidos por esta norma, conforme a classificação do entorno do posto.

Já o subcritério treinamento de funcionários analisou se os funcionários do posto de serviço eram treinados para situações de operação, manutenção e resposta a incidentes conforme é exigido pela resolução do CONAMA nº 273 (2000). No subcritério classificação do entorno verificou-se qual era a classificação do entorno do posto de serviço segundo a norma NBR 13786, sendo as classes 0, 1, 2 e 3.

Com o subcritério tempo de operação levantou-se o tempo de instalação dos equipamentos usados no posto de serviço, sendo que os períodos de tempo estipulados foram de zero a cinco anos, de seis a dez anos, de onze a quinze anos e acima de quinze anos. A representação da estrutura hierárquica do critério administração é mostrada na figura 3.12.

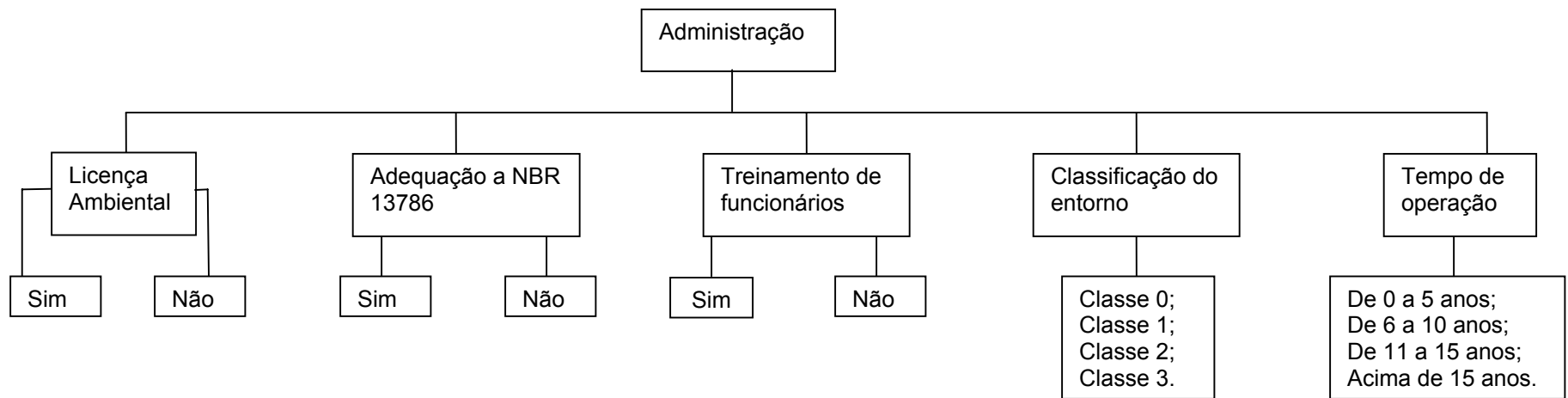


Fig. 3.12 – Estrutura hierárquica do critério de análise administração



### 3.1.3. *Peso dos critérios de análise*

O método de análise hierárquica de processo determina que um grupo de especialistas estipulem os pesos dos critérios através da comparação paritária dos mesmos usando-se a escala de valores proposta por Saaty (1991) ou a lei de estímulos e resposta proposta por Weber-Fechner. Este procedimento denota certa subjetividade ao método. Com o objetivo de minimizar esta subjetividade foram elaboradas fórmulas de recorrência para o cálculo do peso de cada critério de análise, a partir dos valores dos pesos dos elementos. As equações 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 e 18 mostram as fórmulas de recorrência para cada critério de análise.

$$A = \frac{(V_A \times 10) + (M_A \times 10) + [((E_A \times 10) + (H_A \times 10))/20] \times 10}{30} \quad (8)$$

Sendo que  $A$  representa o valor do peso para o critério de análise filtro tipo prensa,  $V_A$  representa o valor do peso do subcritério vazamento,  $M_A$  representa o valor do peso do subcritério manutenção,  $E_A$  representa o valor do peso do elemento instalação elétrica e  $H_A$  representa o valor do peso do elemento instalação hidráulica.

$$B = \frac{(V_B \times 10) + (M_B \times 10) + (I_B \times 10) + (R_B \times 10)}{40} \quad (9)$$

Sendo que  $B$  representa o valor do peso para o critério de análise caixa separadora de água e óleo,  $V_B$  representa o valor do peso do subcritério vazamento,  $M_B$  representa o valor do peso do subcritério manutenção,  $I_B$  representa o valor do peso do subcritério instalação e  $R_B$  representa o valor do peso do subcritério resíduo.

$$C = \frac{(V_C \times 10) + (LMC_C \times 10) + (E_C \times 10) + [((D_C \times 10) + (T_C \times 10))/20] \times 10}{40} \quad (10)$$

Sendo que  $C$  representa o valor do peso para o critério de análise tanques subterrâneos de armazenamento de combustíveis,  $V_C$  representa o valor do peso do

subcritério vazamento,  $LMC_C$  representa o valor do peso do subcritério livro de movimento de combustíveis,  $E_C$  representa o valor do peso do subcritério realização de teste de estanqueidade,  $D_C$  representa o valor do peso do elemento proteção contra derramamentos e  $T_C$  representa o valor do peso do elemento proteção contra transbordamentos.

$$D = \frac{(V_D \times 10) + (M_D \times 10) + [((E_D \times 10) + (H_D \times 10))/20] \times 10}{30} \quad (11)$$

Sendo que  $D$  representa o valor do peso para o critério de análise bombas de abastecimento,  $V_D$  representa o valor do peso do subcritério vazamento,  $M_D$  representa o valor do peso do subcritério manutenção,  $E_D$  representa o valor do peso do elemento instalação elétrica e  $H_D$  representa o valor do peso do elemento instalação hidráulica.

$$E = \frac{\left[ \left[ \left[ (Q_E \times 10) + [((LT_E \times 10) + (LH_E \times 10))/20] \times 10 \right] / 20 \right] \times 10 + \left[ \left[ ((C_E \times 10) + (CP_E \times 10))/20 \right] \times 10 + (TQ_E \times 10) \right] / 20 \right] \times 10}{20} \quad (12)$$

Sendo que  $E$  representa o valor do peso para o critério de análise poços de monitoramento de água subterrânea,  $Q_E$  representa o valor do peso do elemento quantidade de poços de monitoramento,  $LT_E$  representa o valor do peso do elemento localização do poço em relação aos tanques de armazenamento,  $LH_E$  representa o valor do peso do elemento localização hidrogeológica do poço de monitoramento,  $C_E$  representa o valor do peso do elemento inspeção visual de contaminação,  $CP_E$  representa o valor do peso do elemento inspeção de cheiro de combustível e  $TQ_E$  representa o valor do peso do elemento teste químico.

$$F = \frac{(V_F \times 10) + (A_F \times 10) + (D_F \times 10)}{30} \quad (13)$$

Sendo que  $F$  representa o valor do peso do critério de análise troca de óleo lubrificante,  $V_F$  representa o valor do peso do subcritério vazamento,  $A_F$  representa o

valor do peso do subcritério armazenamento e  $D_F$  representa o valor do peso do subcritério destinação.

$$G = \left[ \frac{(I_G \times 10) + \left( \frac{(R_G \times 10) + (C_G \times 10)}{20} \right) \times 10 + \left( \frac{((AO_G \times 10) + (LV_G \times 10) + (ATO_G \times 10) + (AA_G \times 10) + (DC_G \times 10))}{50} \right) \times 10}{30} \right] \quad (14)$$

Sendo que  $G$  representa o valor do peso para o critério de análise piso,  $I_G$  representa o valor do peso do subcritério piso impermeável,  $R_G$  representa o valor do peso do elemento rachaduras,  $C_G$  representa o valor do peso do elemento contaminação,  $AO_G$  representa o valor do peso do elemento armazenamento de óleo,  $LV_G$  representa o valor do peso do elemento lavagem de veículos,  $ATO_G$  representa o valor do peso do elemento área de troca de óleo,  $AA_G$  representa o valor do peso do elemento área de abastecimento de veículos e  $DC_G$  representa o valor do peso do elemento descarga de combustíveis.

$$H = \left[ \frac{(I_H \times 10) + \left( \frac{(O_H \times 10) + (D_H \times 10)}{20} \right) \times 10 + \left( \frac{((AO_H \times 10) + (LV_H \times 10) + (ATO_H \times 10) + (AA_H \times 10) + (DC_H \times 10))}{50} \right) \times 10}{30} \right] \quad (15)$$

Sendo que  $H$  representa o valor do peso para o critério de análise canaletas para contenção de vazamentos,  $I_H$  representa o valor do peso do subcritério instalação,  $O_H$  representa o valor do peso do elemento obstrução,  $D_H$  representa o valor do peso do elemento desnivelamento,  $AO_H$  representa o valor do peso do elemento armazenamento de óleo,  $LV_H$  representa o valor do peso do elemento lavagem de veículos,  $ATO_H$  representa o valor do peso do elemento área de troca de óleo,  $AA_H$  representa o valor do peso do elemento área de abastecimento de veículos e  $DC_H$  representa o valor do peso do elemento descarga de combustíveis.

$$I = \frac{(C_I \times 10) + (VC_I \times 10) + \left( \frac{((Q_I \times 10) + (A_I \times 10))}{20} \right) \times 10}{30} \quad (16)$$

Sendo que  $I$  representa o valor do peso para o critério de análise linha de respiro,  $C_I$  representa o valor do peso do subcritério contaminação,  $VC_I$  representa o valor do peso do subcritério válvula condensadora de vapores,  $Q_I$  representa o valor do peso do elemento instalação de linhas de respiro em quantidade correta e  $A_I$  representa o valor do peso do elemento instalação da linha de respiro na altura correta.

$$J = \left[ \frac{(A_J \times 10) + (D_J \times 10) + [(P_J \times 10) + (FA_J \times 10) + (EU_J \times 10) + (FO_J \times 10) + (SC_J \times 10)] / 50}{\times 10} \right] / 30 \quad (17)$$

Sendo que  $J$  representa o valor do peso para o critério de análise resíduos sólidos,  $A_J$  representa o valor do peso do subcritério armazenamento,  $D_J$  representa o valor do peso do subcritério destinação,  $P_J$  representa o valor do peso do elemento geração de pneus usados,  $FA_J$  representa o valor do peso do elemento geração de filtros de ar usados,  $EU_J$  representa o valor do peso do elemento geração de embalagens usadas,  $FO_J$  representa o valor do peso do elemento geração de filtros de óleo usados e  $SC_J$  representa o valor do peso do elemento geração de serragem contaminada.

$$K = \frac{(LA_K \times 10) + (ANBR_K \times 10) + (TF_K \times 10) + (CE_K \times 10) + (TO_K \times 10)}{50} \quad (18)$$

Sendo que  $K$  representa o valor do peso para o critério de análise administração,  $LA_K$  representa o valor do peso do subcritério licença ambiental,  $ANBR_K$  representa o valor do peso do subcritério adequação à NBR 13786,  $TF_K$  representa o valor do peso do subcritério treinamento dos funcionários,  $CE_K$  representa o valor do peso do subcritério classificação do entorno e  $TO_K$  representa o valor do peso do subcritério tempo de operação.

Para a determinação dos pesos dos elementos de cada subcritério usou-se a equação 1 com algumas adaptações, pois se entende que a possibilidade de geração

de passivos ambientais, bem como a gravidade do passivo gerado, aumentam gradativamente do critério linha de respiro para o critério tanques subterrâneos.

Os vazamentos provenientes dos tanques subterrâneos de armazenamento de combustíveis geram contaminações no solo e lençol freático da região em grandes proporções e o custo para a recuperação de tal dano é bastante elevado. Portanto este critério recebeu o maior peso em termos de sua potencialidade de gerar passivos ambientais.

O critério poços de monitoramento de água subterrânea foi considerado o segundo critério com maior potencialidade de geração de passivos ambientais, juntamente com o critério filtro tipo prensa. Os poços de monitoramento não geram vazamentos, no entanto o seu uso correto pode minimizar o dano causado devido a vazamentos provenientes de outras áreas do posto de serviço, uma vez que tal dispositivo pode detectar uma contaminação ainda em pequenas proporções.

Já os filtros tipo prensa apresentam uma grande quantidade de tubulações e conexões subterrâneas, as quais, por sua vez são pontos mais suscetíveis a vazamentos de combustíveis que contaminam o solo e lençol freático.

Propõe-se que o terceiro lugar na ordenação dos potenciais de geração de passivos ambientais seja ocupado pelo agrupamento de critérios administração e piso. Entende-se que estes dois critérios são capazes de gerar passivos ambientais tanto no âmbito legal como ambiental.

O critério administração apresenta uma elevada potencialidade de geração de passivos ambientais por verificar o atendimento de quesitos de ordem gerencial que têm consequências diretas no meio ambiente. Tal abrangência também é observada no critério pisos, pois os mesmos apresentam uma grande extensão e a sua má conservação pode gerar a contaminação do solo e lençol freático da região de forma dispersa.

O quarto lugar na ordenação proposta para os potenciais de geração de passivos ambientais também foi ocupado por um grupamento de critérios, sendo estes, troca de óleo lubrificante, caixa separadora de água e óleo (SAO) e canaletas para contenção de vazamentos. A má conservação ou operação de todos estes elementos pode causar a contaminação do solo e lençol freático.

A má instalação, conservação e operação tanto da SAO quanto das canaletas para contenção de vazamentos pode gerar a emissão de efluentes líquidos com valores de parâmetros físico-químicos acima daqueles permitidos por lei. A SAO ainda gera resíduos sólidos (lodo) que devem ser destinados adequadamente.

O critério de análise resíduos sólidos ocupa o quinto lugar na ordenação proposta para a potencialidade de geração de passivos ambientais porque a chance de tais resíduos contaminarem o solo ou lençol freático é menor comparada com a chance apresentada pelos demais critérios já analisados. Para os resíduos sólidos, o passivo ambiental gerado é o próprio resíduo que não recebe uma destinação adequada.

Já os critérios de análise bombas de abastecimento e linhas de respiro ocuparam, respectivamente, o sexto e sétimo lugares da ordenação proposta para a potencialidade de geração de passivos ambientais dos critérios. Este baixo potencial se deve ao fato de que os vazamentos provenientes de ambas instalações são de fácil e rápida detecção. A figura 3.13 mostra o aumento da potencialidade de geração de passivos ambientais do critério linha de respiro para o critério tanques de armazenamento de combustíveis.

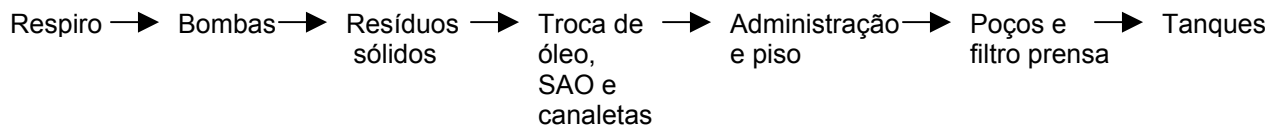


Fig. 3.13 – Aumento da possibilidade de geração de passivos ambientais segundo os critérios de análise

Para atribuir uma graduação em termos da importância que o critério apresenta na geração de passivos ambientais assumiu-se o valor dois para o incremento do estímulo  $\alpha$ . Os valores do estímulo inicial  $s_0$  variaram de um a sete segundo os critérios de análise, como é mostrado na tabela 3.1.

Não foi atribuído ao parâmetro  $n$  um valor constante. O valor atribuído a este parâmetro variou numa faixa de zero à sete diretamente associada ao número de elementos de cada subcritério de análise. No entanto, para cada critério analisado no posto de serviço foi atribuído um valor inicial distinto para o parâmetro  $n$ , dependendo da maior ou menor contribuição do critério para a geração de passivos ambientais.

Por exemplo, para o critério linha de respiro o valor inicial atribuído para o parâmetro  $n$  foi igual a zero, enquanto, que para o critério administração, o valor inicial adotado para este parâmetro foi igual a dois, considerando a maior potencialidade que o critério administração apresenta para a geração de passivos ambientais.

Observa-se esta mesma dependência entre o valor final adotado para o parâmetro  $n$  e a contribuição de cada critério para a geração de passivos ambientais. Por exemplo, para o critério linha de respiro o valor final atribuído para o parâmetro  $n$  foi igual a um, enquanto, que para o critério administração o valor final atribuído para este parâmetro foi igual a cinco.

Esta diferença tão acentuada entre os valores finais atribuídos ao parâmetro  $n$  segundo o critério de análise se deve ao fato de que o não atendimento a um dos subcritérios do critério administração apresenta uma potencialidade de geração de passivos ambientais muito maior do que o não atendimento a um dos subcritérios do critério de análise linha de respiro.

Os pesos calculados para os elementos dos subcritérios, bem como os valores atribuídos ao parâmetro  $n$ , são mostrados nas tabelas 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7, 3.8, 3.9, 3.10, 3.11 e 3.12. O critério de análise filtro tipo prensa recebeu o valor 6 para os

postos de serviço que não tinham este equipamento instalado, assim como o critério de análise poços de monitoramento de água subterrânea recebeu o valor 384 para os postos de serviço que não tinham este dispositivo instalado.

TABELA 3.1 - VALOR DO ESTÍMULO INICIAL SEGUNDO OS CRITÉRIOS DE ANÁLISE

<b>Critério de análise</b>	<b>Estímulo inicial</b>
Tanque subterrâneo	7
Poços de monitoramento e filtro tipo prensa	6
Administração e piso	5
Troca de óleo, SAO e canaletas	4
Resíduos sólidos	3
Bombas de abastecimento	2
Linha de respiro	1

TABELA 3.2 - PESOS DOS ELEMENTOS DO CRITÉRIO POÇOS DE MONITORAMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

<b>Critério</b>	<b>Subcritério</b>	<b>Elemento</b>	<b>n</b>	<b>Peso</b>
Poços de monitoramento de água subterrânea	Instalação	Instalados em quantidade correta	2	24
		Instalados em quantidade não correta	6	384
		Localizados corretamente em relação aos tanques	2	24
		Não localizados corretamente em relação aos tanques	6	384
		Localização hidrogeológica correta	2	24
		Localização hidrogeológica não correta	6	384
	Inspeção	Sem contaminação visual	2	24
		Com contaminação visual	6	384
		Sem cheiro de combustível	2	24
		Com cheiro de combustível	6	384
		Resultado de testes químicos abaixo dos limites	2	24
		Resultado dos testes químicos pouco acima dos limites	4	96
		Resultado dos testes químicos muito acima dos limites	5	192
		Sem realização de testes químicos	6	384



TABELA 3.3 - PESOS DOS ELEMENTOS DO CRITÉRIO TANQUE SUBTERRÂNEO DE ARMAZENAGEM DE COMBUSTÍVEIS

<b>Critério</b>	<b>Subcritério</b>	<b>Elemento</b>	<b>n</b>	<b>Peso</b>
Tanque subterrâneo de armazenagem de combustíveis	Vazamento	Sem vazamentos	2	28
		Com vazamento no “ <i>sump</i> ” da descarga selada	3	56
		Com vazamento no “ <i>spill</i> ” da boca de visita	4	112
		Manchas no piso ao redor da boca de descarga	5	224
		Caixa de chão com produto sem “ <i>sump</i> ” instalado	6	448
		Alarme acionado do sensor do interstício da parede do tanque	7	896
	LMC	Realizado através do acionamento de sensor eletrônico de interstício	2	28
		Realizado através de controle eletrônico do volume de combustível	3	56
		Realizado através da leitura do encerrante da bomba (eletrônico ou analógico)	4	112
		Realizado através da leitura de régua calibrada	5	224
		Não é realizado	6	448
	Teste de estanqueidade	Resultado estanque	3	56
		Resultado não estanque	6	448
		Não realização de teste	7	896
	Proteção	“ <i>Spill</i> ” da boca de visita instalado (derramamento)	3	56
		“ <i>Spill</i> ” da boca de visita não instalado (derramamento)	7	896
		Válvula contra transbordamento instalada	2	28
		Alarme contra transbordamento instalado	3	56
		Válvula esfera flutuante instalada	4	112
		“ <i>Sump</i> ” de descarga selada instalado	5	224
		Descarga selada instalada	6	448
		Sem dispositivos contra transbordamento instalados	7	896

TABELA 3.4 - PESOS DOS ELEMENTOS DO CRITÉRIO PISO

<b>Critério</b>	<b>Subcritério</b>	<b>Elemento</b>	<b>n</b>	<b>Peso</b>
Piso	Impermeável	Piso impermeável	2	20
		Piso não impermeável	5	160
	Localização	Piso impermeável na área de armazenamento de óleo usado	2	20
		Piso não impermeável na área de armazenamento de óleo usado	5	160
		Piso impermeável na área de lavagem de veículos	2	20
		Piso não impermeável na área de lavagem de veículos	5	160
		Piso impermeável na área de troca de óleo lubrificante	2	20
		Piso não impermeável na área de troca de óleo lubrificante	5	160
		Piso impermeável na área de abastecimento de veículos	2	20
		Piso não impermeável na área de abastecimento de veículos	5	160
		Piso impermeável na área de descarga de combustíveis	2	20
		Piso não impermeável na área de descarga de combustíveis	5	160
	Conservação	Piso sem rachaduras	2	20
		Piso com rachaduras	5	160
		Piso sem contaminação	2	20
		Piso com contaminação	5	160

TABELA 3.5 - PESOS DOS ELEMENTOS DO CRITÉRIO CANALETAS PARA CONTENÇÃO DE VAZAMENTOS

<b>Critério</b>	<b>Subcritério</b>	<b>Elemento</b>	<b>n</b>	<b>Peso</b>
Canaletas para contenção de vazamentos	Instalação	Canaletas conectadas à SAO	1	8
		Canaletas não conectadas à SAO	4	64
		Canaletas construídas na área de armazenamento de óleo usado	1	8
		Não construção de canaletas na área de armazenamento de óleo usado	4	64
		Canaletas construídas na área de lavagem de veículos	1	8
		Não construção de canaletas na área de lavagem de veículos	4	64
	Localização	Canaletas construídas na área de troca de óleo lubrificante	1	8
		Não construção de canaletas na área de troca de óleo lubrificante	4	64
		Canaletas construídas na área de abastecimento de veículos	1	8
		Não construção de canaletas na área de abastecimento de veículos	4	64
		Canaletas construídas na área de descarga de combustíveis	1	8
		Não construção de canaletas na área de descarga de combustíveis	4	64
	Conservação	Canaletas não obstruídas	1	8
		Canaletas obstruídas	4	64
		Canaletas niveladas	1	8
		Canaletas desniveladas	4	64

TABELA 3.6 - PESOS DOS ELEMENTOS DO CRITÉRIO FILTRO TIPO PRENSA

<b>Critério</b>	<b>Subcritério</b>	<b>Elemento</b>	<b>n</b>	<b>Peso</b>
Filtro tipo prensa	Vazamento	Sem vazamentos	0	6
		Balão, registro e conexões aéreas	4	96
		Conexões subterrâneas	5	192
		Acionamento do filtro sem abastecimento	6	384
	Manutenção	Realização de manutenção	0	6
		Falta de limpeza no filtro	2	24
		Pintura desgastada	3	48
		Manômetro estragado	4	96
		Papéis filtro sem trocar	5	192
		Balão deteriorado	6	384
	Instalação	Elétrica adequada	0	6
		Elétrica com fiação sem isolamento	6	384
		Elétrica sem motor à prova de explosão	6	384
		Elétrica sem chave liga/desliga à prova de explosão	6	384
		Elétrica sem unidade seladora instalada	6	384
		Elétrica não adequada à portaria do INMETRO nº 103 / 98	6	384
		Hidráulica adequada	0	6
		Hidráulica do balão cilíndrico ou cônico não adequada	2	24
		Hidráulica das válvulas esfera ou gaveta não adequada	3	48
		Filtro não instalado sobre piso impermeável	5	192
		Filtro sem “ <i>sump</i> ” instalado ou bacia de contenção construída	6	384

TABELA 3.7 - PESOS DOS ELEMENTOS DO CRITÉRIO SAO

<b>Critério</b>	<b>Subcritério</b>	<b>Elemento</b>	<b>n</b>	<b>Peso</b>
Caixa separadora de água e óleo (SAO)	Vazamento	Sem vazamentos	2	16
		Com vazamentos visualmente detectáveis	4	64
		Com manutenção	0	4
	Manutenção	Tampas em mau estado	1	8
		Tubos e paredes em mau estado	2	16
		Primeiro compartimento sem resíduos	3	32
		Sem lavagem periódica da SAO	4	64
	Instalação	Adequada	2	16
		Resultado de teste químico no efluente acima dos valores permitidos por lei	3	32
		Último compartimento com resíduos	4	64
	Resíduo	Destinação adequada do lodo	2	16
		Destinação não adequada do lodo	4	64

TABELA 3.8 - PESOS DOS ELEMENTOS DO CRITÉRIO BOMBAS ABASTECEDORAS

<b>Critério</b>	<b>Subcritério</b>	<b>Elemento</b>	<b>n</b>	<b>Peso</b>
Bombas abastecedoras	Vazamento	Sem vazamentos	0	2
		Vazamentos no “ <i>sump</i> ” da bomba	1	4
		Vazamentos na mangueira ou bico de abastecimento	2	8
		Vazamentos nas tubulações internas da bomba	3	16
	Manutenção	Com manutenção	0	2
		Sem manutenção na mangueira ou bico de abastecimento	1	4
		Sem manutenção na fiação elétrica	2	8
		Sem manutenção na bomba e tubulações internas	3	16
	Instalação	Elétrica adequada	0	2
		Elétrica com fiação sem isolamento	3	16
		Elétrica sem motor à prova de explosão instalado	3	16
		Elétrica sem compartimento intrinsecamente seguro instalado	3	16
		Elétrica sem unidade seladora instalada	3	16
		Elétrica sem quadro de luz independente do posto	3	16
		Hidráulica adequada	0	2
		Hidráulica sem conexões flexíveis	1	4
		Hidráulica sem “ <i>sump</i> ” instalado	2	8
		Hidráulica sem “ <i>check valve</i> ” instalada	3	16

TABELA 3.9 - PESOS DOS ELEMENTOS DO CRITÉRIO TROCA DE ÓLEO LUBRIFICANTE

<b>Critério</b>	<b>Subcritério</b>	<b>Elemento</b>	<b>n</b>	<b>Peso</b>
Troca de óleo lubrificante	Vazamento	Sem vazamentos	1	8
		Vazamentos nos tambores de armazenamento	2	16
		Vazamento na tubulação de transporte	3	32
		Vazamento nos tanques subterrâneos	4	64
	Armazenamento	Tambores	2	16
		Tanques subterrâneos	4	64
	Destinação	Adequada	2	16
		Não adequada	4	64

TABELA 3.10 - PESOS DOS ELEMENTOS DO CRITÉRIO RESÍDUOS SÓLIDOS

<b>Critério</b>	<b>Subcritério</b>	<b>Elemento</b>	<b>n</b>	<b>Peso</b>
Resíduos sólidos	Geração	Não geração de pneus usados	0	3
		Geração de pneus usados	2	12
		Não geração de filtros de ar usados	0	3
		Geração de filtros de ar usados	2	12
		Não geração de embalagens usadas	0	3
		Geração de embalagens usadas	2	12
		Não geração de filtros de óleo usados	0	3
		Geração de filtros de óleo usados	2	12
		Não geração de serragem contaminada	0	3
		Geração de serragem contaminada	2	12
	Armazenamento	Adequado	0	3
		Não adequado	2	12
	Destinação	Adequada	0	3
		Não adequada	2	12

TABELA 3.11 - PESOS DOS ELEMENTOS DO CRITÉRIO ADMINISTRAÇÃO

<b>Critério</b>	<b>Subcritério</b>	<b>Elemento</b>	<b>n</b>	<b>Peso</b>
Administração	Licença ambiental	Posto com licença ambiental	2	20
		Posto sem licença ambiental	5	160
	Adequação à NBR 13786	Instalações e equipamentos adequados à NBR 13786	2	20
		Instalações e equipamentos não adequados à NBR 13786	5	160
	Treinamento de funcionários	Funcionários treinados	2	20
		Funcionários não treinados	5	160
	Classificação do entorno	Classe 0	2	20
		Classe 1	3	40
		Classe 2	4	80
		Classe 3	5	160
	Tempo de operação	De 0 a 5 anos	2	20
		De 6 a 10 anos	3	40
		De 11 a 15 anos	4	80
		Acima de 15 anos	5	160

TABELA 3.12 - PESOS DOS ELEMENTOS DO CRITÉRIO LINHA DE RESPIRO

<b>Critério</b>	<b>Subcritério</b>	<b>Elemento</b>	<b>n</b>	<b>Peso</b>
Linha de respiro	Instalação	Número de linhas de respiro igual ao número de tanques	0	1
		Número de linhas de respiro diferente ao número de tanques	1	2
		Linha de respiro com altura correta	0	1
		Linha de respiro altura incorreta	1	2
	Válvula condensadora	Instalada	0	1
		Não instalada	1	2
	Contaminação	Sem contaminação	0	1
		Com contaminação	1	2

### 3.2. DESENVOLVIMENTO DO FORMULÁRIO PARA COLETA DE DADOS

Após a estruturação hierárquica do problema, a seleção dos critérios de análise, sua divisão em subcritérios e elementos, a elaboração das fórmulas de recorrência, as quais calculam os pesos para os critérios de análise a partir dos pesos dos elementos dos subcritérios, e a determinação dos pesos dos elementos a partir da fórmula de estímulo e resposta de Weber-Fechner, foi desenvolvido um formulário para a coleta de dados em campo.

Este formulário foi composto por um cabeçalho, onde foram coletados dados a respeito do posto de serviço visitado tais como nome, endereço, cidade, estado, classificação (urbano ou rodoviário), telefone, pessoa de contato e data da visita. Já o corpo do formulário consistiu em uma sintetização das estruturas hierárquicas de cada critério de análise, de tal forma que o mesmo foi dividido em onze itens, cada item correspondendo a um critério.

Cada item agrupou apenas os nomes dos subcritérios e os respectivos pesos de cada elemento do subcritério. Quando possível os elementos dos subcritérios, tais como adequado e não adequado, foram incluídos no formulário. O formulário usado durante as visitas é mostrado na figura 3.14.

## FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DE POSTOS DE SERVIÇO

**NOME DO POSTO:** \_\_\_\_\_  
**ENDEREÇO:** \_\_\_\_\_  
**CIDADE:** \_\_\_\_\_ **UF:** \_\_\_\_\_  
**CLASSIFICAÇÃO:**    ☐ **Urbano**        ☐ **Rodoviário**  
**TELEFONE:** \_\_\_\_\_ **CONTATO:** \_\_\_\_\_ **DATA:** \_\_\_\_\_

### 1) Filtro Tipo Prensa:

Posto com filtro tipo prensa (em caso afirmativo responder Sim ou Não abaixo):

Filtro tipo prensa com vazamentos	6	12	24	48	96	192	384
Realização de manutenção	6	12	24	48	96	192	384
Instalação elétrica correta	6	12	24	48	96	192	384
Instalação hidráulica correta	6	12	24	48	96	192	384

### 2) Caixa Separadora de Água Óleo (SAO):

Existência de vazamentos visualmente detectáveis na SAO	Sim	Não
Realização de manutenção	4    8    16    32    64	
Instalação adequada	4    8    16    32    64	
Destinação de resíduos líquidos e lodo	Adequada	Não adequada

### 3) Tanque de Armazenagem de Combustíveis

Tanque de armazenagem com vazamentos	28	56	112	224	448	896
Realização do LMC	28	56	112	224	448	896
Realização de teste de estanqueidade	28	56	112	224	448	896
Instalação de equipamentos de proteção contra derramamentos	28	56	112	224	448	896
Instalação de equipamentos de proteção contra transbordamentos	28	56	112	224	448	896

### 4) Bombas de Abastecimento

Bomba de abastecimento com vazamentos	2	4	8	16
Realização de manutenção	2	4	8	16
Instalação elétrica correta	2	4	8	16
Instalação hidráulica correta	2	4	8	16



continuação

**5) Poços de Monitoramento de Água Subterrânea**

Posto com poços de monitoramento de água subterrânea	Sim	Não		
(em caso afirmativo responder abaixo):				
Poços instalados em quantidade correta	Adequada	Não adequada		
Poços localizados a uma distância correta dos tanques	Adequada	Não adequada		
Poços com correta localização hidrogeológica	Adequada	Não adequada		
Existência de contaminação visual	Sim	Não		
Existência de cheiro de produto	Sim	Não		
Realização de testes laboratoriais	24	96	192	384

**6) Troca de Óleo Lubrificante**

Tipo de armazenamento	Tambores		Tanques subterrâneos	
Existência de vazamentos na armazenagem	8	16	32	64
Correta destinação do óleo lubrificante usado	Sim		Não	

**7) Piso**

Piso impermeável na área de:

- Armazenamento de óleo lubrificante usado	Sim	Não
- Lavagem de veículos	Sim	Não
- Troca de óleo lubrificante	Sim	Não
- Abastecimento de veículos	Sim	Não
- Descarga de combustíveis	Sim	Não
Piso com rachaduras	Sim	Não
Piso com contaminação	Sim	Não

**8) Canaletas Para Contenção de Vazamentos**

Canaletas localizadas na área de:

- Armazenamento de óleo lubrificante usado	Sim	Não
- Lavagem de veículos	Sim	Não
- Troca de óleo lubrificante	Sim	Não
- Abastecimento de veículos	Sim	Não
- Descarga de combustíveis	Sim	Não
Canaletas conectadas à SAO	Sim	Não
Canaletas com obstruções	Sim	Não
Canaletas desniveladas	Sim	Não

**9) Linha de Respiro**

Linhas de respiro com altura mínima	Sim	Não
Linhas de respiro em igual quantidade ao número de tanques	Sim	Não
Linhas de respiro com válvula condensadora instalada	Sim	Não
Linhas de respiro com contaminação	Sim	Não

continuação

**10) Resíduos Sólidos**

Geração de resíduos:

- Pneus usados	Sim	Não
- Filtros de ar usados	Sim	Não
- Filtros de óleo usados	Sim	Não
- Embalagens usadas	Sim	Não
- Serragens contaminadas	Sim	Não
Armazenamento de resíduos sólidos	Adequada	Não adequada
Destinação dos resíduos sólidos	Adequada	Não adequada

**11) Administração**

Licença Ambiental	Sim	Não		
Adequação a NBR 13786	Sim	Não		
Treinamento dos funcionários	Sim	Não		
Classificação do entorno	20	40	80	160
Tempo de operação	20	40	80	160

Fig. 3.14 – Formulário para coleta de dados em posto de serviço

Durante as visitas aos postos de serviço todos os subcritérios foram verificados, exceto alguns poucos impedimentos, e as situações encontradas eram assinaladas no formulário de acordo com o peso do elemento correspondente.

**3.3. DESCRIÇÃO DOS POSTOS DE SERVIÇO**

Para o desenvolvimento deste trabalho foram visitados quinze postos de serviço de uma distribuidora de combustível específica, aqui denominados como P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14 e P15.

Embora todos os postos de serviço apresentem as mesmas instalações básicas, sendo estas tanques subterrâneos de armazenamento de combustíveis, tubulações subterrâneas de transporte de combustíveis, linhas de respiro para eliminação de vapores, bombas abastecedoras, filtros tipo prensa, instalações para lavagem de veículos e troca de óleo lubrificante e caixas separadoras de água e óleo, e desempenhem as mesmas operações de abastecimento e lavagem de veículos e troca de óleo lubrificante e fluidos automotivos, os postos de serviço visitados apresentaram

características de localização, classificação do posto e classificação do seu entorno bastante distintas o que possibilitou a obtenção de respostas com uma boa variabilidade.

Foram visitados dez postos localizados no município de Curitiba e região metropolitana e cinco postos situados em municípios do interior do Estado do Paraná. Os postos visitados na cidade de Curitiba se situavam nos bairros Centro, Alto da XV, CIC, Higienópolis, Vista Alegre e Mercês.

Foram visitados dois postos no município de São José dos Pinhais e um posto no município de Campo Largo. Os postos visitados no interior estavam localizados nas cidades de Ponta Grossa, Castro, Ventania e Ibaiti. As figuras 3.15, 3.16 e 3.17 mostram a localização destes postos nos mapas do Estado do Paraná, na cidade de Curitiba e região metropolitana.

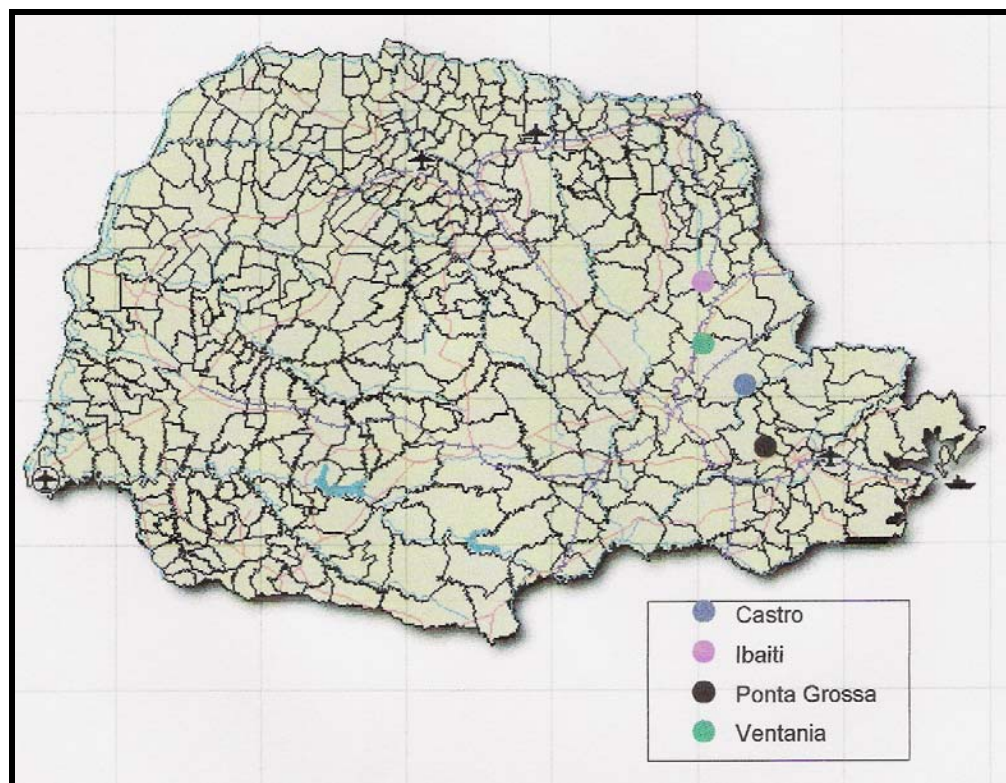


Fig. 3.15 – Localização dos postos de serviço visitados no interior do Estado do Paraná

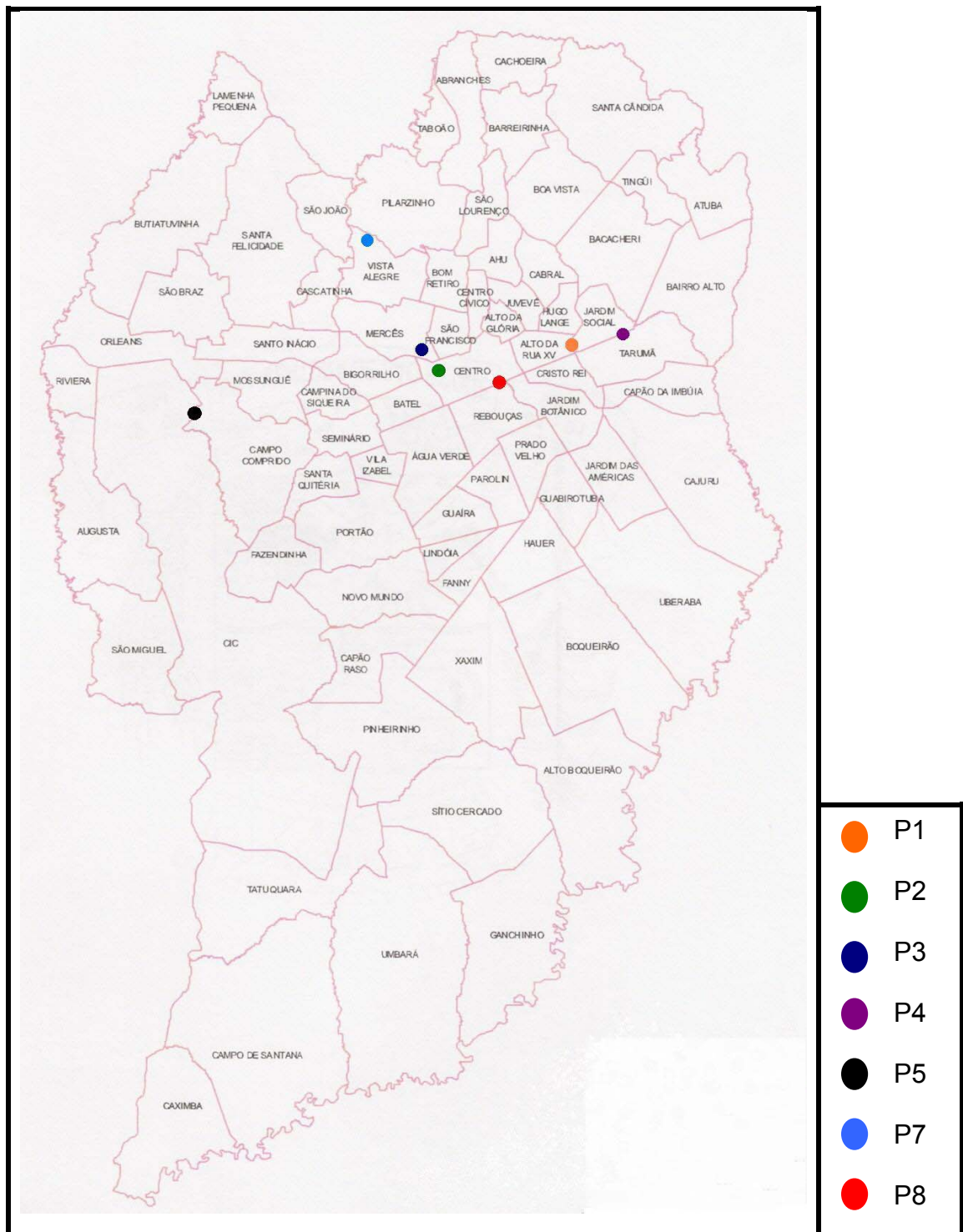


Fig. 3.16 – Localização dos postos de serviço visitados no município de Curitiba

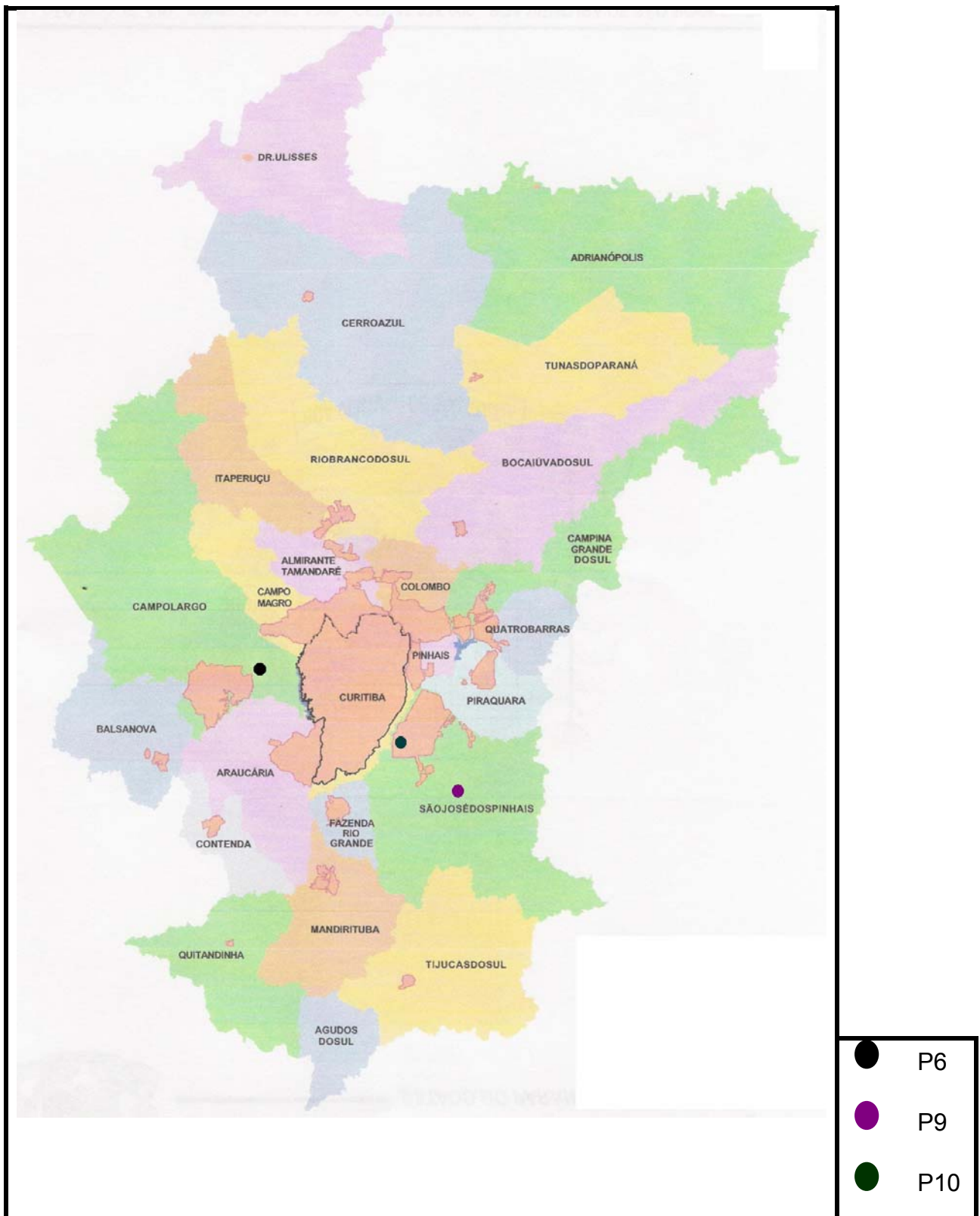


Fig. 3.17 – Localização dos postos de serviço visitados na região metropolitana de Curitiba

Dentre estes postos, onze são classificados como urbanos e quatro como rodoviários. Esta classificação é dada pela própria distribuidora de combustíveis que verifica se a quantidade de óleo diesel comercializada mensalmente pelo posto é superior a 300m<sup>3</sup>. Ao passar esta marca o posto de serviço é considerado um posto rodoviário.

Com relação à classificação do entorno estabelecida pela norma NBR 13786 foram visitados oito postos classificados como classe 1, dois postos de classe 2 e cinco postos de classe 3. A distribuição em termos de porcentagem das categorias acima descritas são mostradas nas figuras 3.18, 3.19 e 3.20.

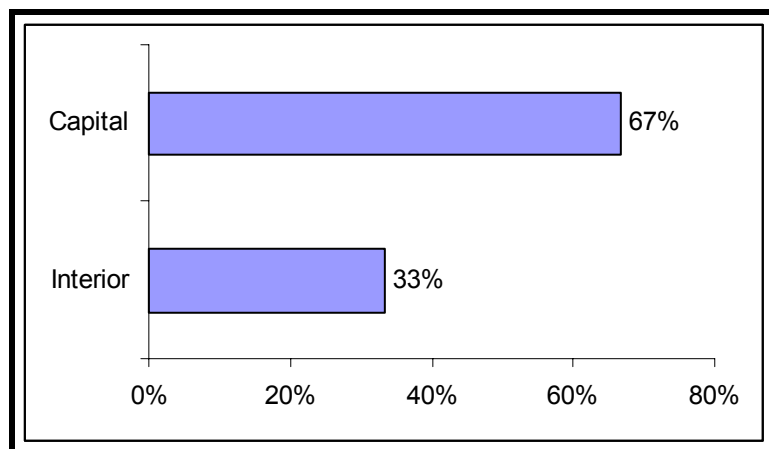


Fig. 3.18 - Distribuição dos postos estudados segundo sua localização

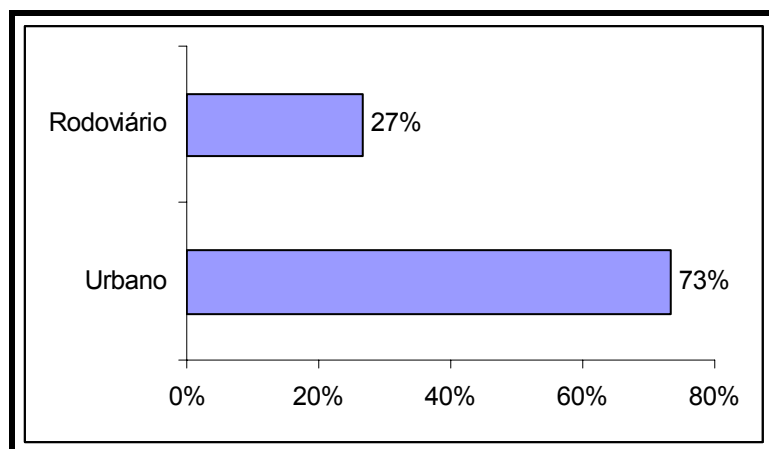


Fig. 3.19 - Distribuição dos postos estudados segundo sua classificação



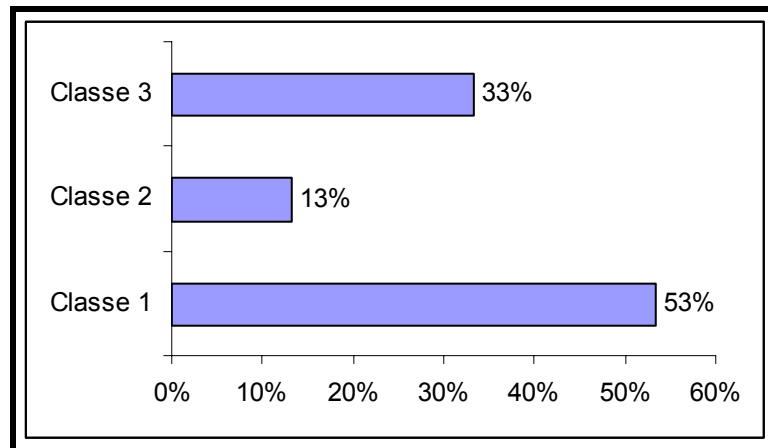


Fig. 3.20 - Distribuição dos postos estudados segundo sua classificação do entorno

### 3.4. APLICAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PROCESSO EM POSTOS DE SERVIÇO

Durante a visita ao posto de serviço, verificava-se o atendimento do posto aos subcritérios e os pesos dos elementos identificados eram assinalados no formulário de coleta de dados mostrado na figura 3.14. A partir destes pesos, calculou-se os pesos de cada critério de análise com o uso das fórmulas de recorrência dadas pelas equações 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 e 18. Este procedimento foi repetido para cada posto visitado, obtendo-se assim o peso de cada critério de análise referente a cada posto de serviço. Os seus resultados foram dispostos em uma matriz de pesos de critérios, sendo esta matriz do tipo critério x posto.

Os postos estudados foram comparados entre si em relação a cada critério de análise. Para a obtenção dos resultados das comparações paritárias usou-se a equação 2, onde  $w_i$  representa o peso do critério de análise em questão em relação ao posto de serviço da linha  $i$  e  $w_j$  representa o peso do critério de análise em questão em relação ao posto de serviço da coluna  $j$ . Após a realização de todas as comparações entre pares de postos obtém-se a matriz de comparações paritárias do critério analisado.

A partir da matriz de comparações paritárias é calculado seu autovetor  $W_i$  usando-se a equação 3. O autovetor obtido a partir da equação 3 é normalizado com o uso da equação 4. Este procedimento resulta no vetor de prioridades locais  $W$  para os postos de serviço, ou seja, com este cálculo é possível identificar e ordenar a possibilidade que cada posto de serviço tem em gerar passivos ambientais em relação ao critério analisado.

A consistência das comparações que formaram a matriz de comparações paritárias foi verificada a partir da equação 5, a qual calculou o máximo autovalor da mesma. Este procedimento, desde a realização das comparações paritárias até a verificação da consistência da matriz de comparações, foi repetido para cada critério de análise.

Os vetores de prioridades locais dos postos de serviço foram então transpostos e sintetizados em uma matriz de prioridades locais, sendo esta matriz do tipo posto x critério. Por último a matriz de prioridades locais foi multiplicada pela matriz de pesos de critérios de análise resultando no vetor de prioridades globais. Este vetor identifica e ordena a possibilidade de geração de passivos ambientais que um determinado posto de serviço tem em relação aos demais.

### 3.5. VALIDAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PROCESSO

A fim de validar o método de análise hierárquica de processo foram usados os dados obtidos por LEITE (2003) no seu estudo de minimização de resíduos de uma indústria de alimentos da região metropolitana de Curitiba. LEITE usou o método de priorização por lista de critérios para indicar qual resíduo gerado por esta indústria deveria ser minimizado em primeiro lugar.

Desta forma os valores obtidos por LEITE (2003) foram analisados pelo método de análise hierárquica e foi verificado se o resultado obtido desta análise apresentava a mesma ordem de prioridades obtida pelo trabalho de LEITE. Os pesos dos critérios



elaborados por LEITE, bem como os valores atribuídos aos grupos de resíduos estudados são mostrados nas tabelas 3.13 e 3.14 respectivamente.

TABELA 3.13 - PESOS DOS CRITÉRIOS PARA O MODELO DE PRIORIZAÇÃO POR LISTA DE CRITÉRIOS

<b>Critério</b>	<b>Peso</b>
Legislação (RA)	3
Custos para tratamento do resíduo (RB)	1
Riscos potenciais à segurança (RCL)	2
Quantidade gerada (RD)	1
Classificação do resíduo (RE)	2
Facilidade de minimização (RF)	1
Potencial de recuperação de subproduto com valor agregado (RG)	3

FONTE: LEITE (2003)

TABELA 3.14 - VALORES ATRIBUÍDOS PARA OS RESÍDUOS ESTUDADOS

<b>Resíduos</b>	<b>RA</b>	<b>RB</b>	<b>RCL</b>	<b>RD</b>	<b>RE</b>	<b>RF</b>	<b>RG</b>
G1	1	1	1	1	1	3	9
G2	1	3	1	1	1	3	3
G3	1	3	1	1	1	3	1
G4	1	1	1	3	1	3	9
G5	1	1	1	1	1	3	9
G6	1	1	1	1	1	3	9
G7	1	1	1	1	1	3	3
G8	1	1	1	1	1	3	3
G9	1	3	1	1	1	3	3
G10	3	3	1	1	1	3	1
G11	1	3	1	2	1	9	9
G12	3	3	1	2	1	9	1
G13	1	3	1	2	1	9	9
G14	1	3	1	2	1	9	9
G15	9	3	3	3	3	1	1
G16	3	9	3	2	1	1	9

FONTE: LEITE (2003)

Os valores atribuídos para os resíduos estudados foram comparados aos pares em relação a cada critério usando-se a equação 2, onde, neste caso,  $w_i$  representou o valor atribuído ao resíduo da linha  $i$  e  $w_j$  representou o valor atribuído ao resíduo da

coluna  $j$ . Desta forma obteve-se a matriz de comparações paritárias dos resíduos em relação a cada critério de análise.

A partir desta matriz com o uso da equação 3 obteve-se o seu autovetor e o mesmo foi normalizado com o uso da equação 4, resultando no vetor de prioridades locais para os resíduos estudados. A consistência das comparações da matriz de comparações paritárias foi verificada a partir da equação 5, a qual calculou o autovalor da mesma. Este procedimento foi repetido para todos os critérios de análise, desde as comparações entre os pares dos valores atribuídos aos resíduos até a verificação da consistência da matriz de comparações paritárias.

Os vetores de prioridades locais foram então transpostos e sintetizados em uma matriz de prioridades locais, a qual foi multiplicada pelo vetor coluna dos pesos de critérios de análise, o que resultou no vetor de prioridades globais para os resíduos estudados. Este vetor de prioridades globais é capaz de determinar qual dos resíduos gerados deveria passar por um processo de minimização em primeiro lugar.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste capítulo serão apresentados todos os resultados obtidos, ou seja, os pesos dos critérios de análise para os postos estudados, calculados a partir das fórmulas de recorrência, um exemplo de matriz de comparações paritárias entre os postos de serviço em relação ao critério de análise filtro tipo prensa, as demais matrizes de comparações paritárias são mostradas no Anexo I, os vetores de prioridades locais para os postos em relação a cada critério e, por fim, será apresentado o vetor de prioridades globais para os postos de serviço.

Ainda serão mostrados os resultados da validação do método de análise hierárquica de processo com o uso de dados obtidos através do método de priorização por lista de critérios. As análises e discussões feitas a respeito destes resultados também serão apresentadas neste capítulo.

### **4.1. OBTENÇÃO DOS PESOS PARA OS CRITÉRIOS DE ANÁLISE**

Com as visitas aos postos de serviço, foi possível verificar quais elementos dos subcritérios eram encontrados e determinar os seus pesos correspondentes através do preenchimento do formulário de coleta de dados. Com o uso das fórmulas de recorrência foram calculados os pesos dos critérios de análise para cada posto de serviço, os quais são mostrados na tabela 4.1.

O cálculo da média dos pesos dos critérios de análise obtidos a partir dos pesos dos elementos verificados durante as visitas aos postos de serviço é mostrado na tabela 4.2. Este resultado indica a ordenação dos critérios em termos da possibilidade de geração de passivos ambientais a partir dos dados obtidos em campo.

TABELA 4.1 - PESOS DOS CRITÉRIOS DE ANÁLISE SEGUNDO OS POSTOS DE SERVIÇO

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
<b>Filtro Prensa</b>	6,00	6,00	83,00	99,00	113,00	129,00	69,00	6,00	83,00	36,00	99,00	69,00	69,00	75,00	42,00
<b>SAO</b>	13,00	28,00	13,00	13,00	14,00	25,00	13,00	13,00	25,00	20,00	13,00	17,00	13,00	25,00	25,00
<b>Tanque</b>	70,00	56,00	245,00	147,00	245,00	294,00	70,00	245,00	70,00	329,00	161,00	245,00	168,00	112,00	119,00
<b>Bombas</b>	2,00	2,00	3,00	2,00	2,00	2,00	2,00	3,00	2,00	2,00	3,00	3,00	2,00	2,00	2,00
<b>Poços</b>	159,00	114,00	246,00	159,00	159,00	291,00	42,00	132,00	291,00	69,00	24,00	156,00	24,00	24,00	384,00
<b>Troca de Óleo</b>	29,33	29,33	13,33	29,33	29,33	29,33	29,33	13,33	29,33	29,33	29,33	29,33	13,33	13,33	13,33
<b>Piso</b>	29,33	29,33	62,00	43,33	66,67	85,33	66,67	66,67	66,67	43,33	43,33	76,00	160,00	20,00	43,33
<b>Canaletas</b>	15,47	11,73	21,07	8,00	30,40	60,27	17,33	26,67	26,67	36,00	11,73	30,40	64,00	8,00	8,00
<b>Respiro</b>	1,00	1,33	1,00	1,00	1,33	1,33	1,00	1,33	1,33	1,33	1,33	1,00	1,33	1,33	1,33
<b>Resíduos Sólidos</b>	7,80	10,80	10,80	4,80	4,80	5,40	10,80	7,80	4,80	4,80	5,40	4,80	4,80	10,80	8,40
<b>Administração</b>	104,00	104,00	92,00	24,00	88,00	116,00	56,00	76,00	64,00	28,00	24,00	80,00	80,00	24,00	108,00

TABELA 4.2 - ORDEM DA POSSIBILIDADE DE GERAÇÃO DE PASSIVOS AMBIENTAIS

<b>Ordenação</b>	<b>Critério</b>	<b>Peso médio</b>
1	Tanque	171,73
2	Poços	151,60
3	Administração	71,20
4	Filtro	65,60
5	Piso	60,13
6	Canaletas	25,05
7	Troca de óleo	24,00
8	SAO	18,00
9	Resíduos sólidos	7,12
10	Bombas	2,27
11	Linha de respiro	1,22

Comparando este resultado com a ordenação proposta pela figura 3.13 verifica-se que houve uma confirmação do primeiro e segundo critérios com maior potencialidade de geração de passivos ambientais. Vazamentos de tanques subterrâneos de armazenamento de combustíveis podem não ser percebidos rapidamente e causam os passivos ambientais em postos de serviço de maior gravidade e extensão.

Sabe-se que os poços de monitoramento de água subterrânea não são fontes de contaminação, no entanto a sua não instalação, uma instalação incorreta ou o seu uso inadequado podem aumentar a gravidade do passivo ambiental gerado, uma vez que um vazamento pode ser detectado tardiamente.

Segundo a figura 3.13 o terceiro lugar em potencialidade de geração de passivos ambientais seria formado pelo grupo de critérios administração e piso. Os resultados práticos confirmaram a posição do critério administração. Isto é explicado porque este critério engloba todo o funcionamento do posto.

Postos de serviço com instalações mais novas apresentam menores chances de terem vazamentos. Funcionários treinados saberão como manter corretamente os equipamentos e como agir em caso de acidentes minimizando suas conseqüências. Postos que atendem a norma NBR 13786 têm instalado os equipamentos e dispositivos de proteção ambiental necessários para manter a segurança da comunidade ao seu redor. Por fim, postos portadores de licença ambiental apresentam uma garantia de que suas instalações foram fiscalizadas e aprovadas pelo órgão ambiental competente.

No entanto os dados da pesquisa de campo indicam que o quarto lugar deve ser ocupado pelo critério filtro tipo prensa sendo seguido pelo critério piso. Esta é a maior diferença entre a ordenação proposta e a obtida a partir dos dados coletados, pois a figura 3.13 propõe que o critério filtro tipo prensa ocupe o segundo lugar na possibilidade de geração de passivos ambientais, juntamente com o critério poços de monitoramento de água subterrânea, enquanto que o critério piso ocupe o terceiro lugar, juntamente com o critério administração.

Neste caso ocorreu um erro no agrupamento de critérios feito na figura 3.13. Verifica-se uma maior proximidade dos valores numéricos dos pesos médios calculados para os critérios filtro tipo prensa e piso do que para os grupamentos de critérios poços de monitoramento de água subterrânea / filtro tipo prensa e administração / piso. Isto demonstra uma maior equivalência entre os critérios filtro tipo prensa e piso do que entre os critérios poços de monitoramento de água subterrânea / filtro tipo prensa e administração / piso.

Como exposto acima, o critério poços de monitoramento de água subterrânea é essencial para a rápida detecção de contaminações do solo e lençol freático, as quais podem ser causadas não só por vazamentos dos tanques e tubulações subterrâneas, como também por vazamentos do filtro tipo prensa ou rachaduras no piso. Já o critério administração apresenta uma maior diversidade de áreas assistidas, ou seja, uma falha neste critério origina mais chances de geração de passivos ambientais, enquanto os

critérios filtro tipo prensa e piso apresentam uma menor amplitude de possibilidades para a geração de passivos ambientais.

A figura 3.13 propõe o agrupamento troca de óleo lubrificante, canaletas para contenção de vazamentos e caixa separadora de água e óleo (SAO) como sendo o quarto critério com maior potencialidade de geração de passivos ambientais. O ordenamento obtido a partir dos resultados de campo confirmou este agrupamento, uma vez que foi demonstrada a equivalência entre os critérios canaletas para contenção de vazamentos e troca de óleo lubrificante devido à proximidade dos valores dos seus pesos médios calculados. O critério caixa separadora de água e óleo ficou posicionado em oitavo lugar, logo abaixo do critério troca de óleo lubrificante.

As três últimas posições do ordenamento dos critérios em termos de possibilidade de geração de passivos ambientais coincidem entre o proposto pela figura 3.13 e o obtido através dos dados coletados. Sendo estes os critérios resíduos sólidos, bombas de abastecimento e linhas de respiro, os quais ocupam respectivamente a antepenúltima, penúltima e última posição.

Cabe aqui notar que devido a dificuldades práticas alguns dos subcritérios não puderam ser verificados em alguns postos de serviço. Nestes casos, para o cálculo dos pesos dos critérios de análise foi usado o menor valor do peso para o elemento não verificado. Abaixo são descritos os casos omissos:

- nos postos P8, P11 e P13 não foi possível verificar os subcritérios vazamentos, manutenção, e instalação pertencentes ao critério caixa separadora de água e óleo. O proprietário do posto P8 não permitiu o acesso a SAO do seu posto, durante a visita ao posto P11 um caminhão estava estacionado sobre a SAO e no posto P13 a tampa da SAO não pode ser aberta;

- o dono do posto P9 não soube me informar se era realizado ou não o teste de estanqueidade nos tanques e tubulações subterrâneas;
- nos postos de serviço P5 e P7 não foi possível verificar os elementos de contaminação e cheiro de combustível pertencentes ao subcritério inspeção referente ao critério de poços de monitoramento de água subterrânea porque os mesmos estavam fechados com cadeado. No posto P13 além destes elementos que não puderam ser verificados pelo mesmo motivo, o proprietário do posto não soube informar se eram realizados testes laboratoriais com as amostras coletadas dos poços. O proprietário do posto P10 também não soube responder esta questão, no entanto neste posto foi possível verificar os demais elementos deste critério;
- nos postos P3 e P12 não foi possível verificar o critério linha de respiro porque segundo os proprietários destes postos os mesmos haviam sido construídos no interior das colunas da cobertura da área de abastecimento não sendo possível observá-los;
- o proprietário do posto de serviço P2 não soube informar se o mesmo tinha ou não licença ambiental.

#### 4.2. DETERMINAÇÃO DAS PRIORIDADES LOCAIS PARA OS POSTOS DE SERVIÇO

Após o cálculo dos pesos para os critérios de análise, os postos de serviço foram comparados aos pares em relação a cada critério. A seguir, na tabela 4.3, é mostrado um exemplo de uma matriz de comparações paritárias resultante das comparações entre os pesos dos postos de serviço para o critério filtro tipo prensa. As demais matrizes de comparações paritárias são mostradas no Anexo I.



TABELA 4.3 - MATRIZ DE COMPARAÇÕES PARITÁRIAS ENTRE OS POSTOS ESTUDADOS PARA O CRITÉRIO FILTRO TIPO PRENSA

	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>	<b>P11</b>	<b>P12</b>	<b>P13</b>	<b>P14</b>	<b>P15</b>
<b>P1</b>	1,00	1,00	0,07	0,06	0,05	0,05	0,09	1,00	0,07	0,17	0,06	0,09	0,09	0,08	0,14
<b>P2</b>	1,00	1,00	0,07	0,06	0,05	0,05	0,09	1,00	0,07	0,17	0,06	0,09	0,09	0,08	0,14
<b>P3</b>	13,83	13,83	1,00	0,84	0,73	0,64	1,20	13,83	1,00	2,31	0,84	1,20	1,20	1,11	1,98
<b>P4</b>	16,50	16,50	1,19	1,00	0,88	0,77	1,43	16,50	1,19	2,75	1,00	1,43	1,43	1,32	2,36
<b>P5</b>	18,83	18,83	1,36	1,14	1,00	0,88	1,64	18,83	1,36	3,14	1,14	1,64	1,64	1,51	2,69
<b>P6</b>	21,50	21,50	1,55	1,30	1,14	1,00	1,87	21,50	1,55	3,58	1,30	1,87	1,87	1,72	3,07
<b>P7</b>	11,50	11,50	0,83	0,70	0,61	0,53	1,00	11,50	0,83	1,92	0,70	1,00	1,00	0,92	1,64
<b>P8</b>	1,00	1,00	0,07	0,06	0,05	0,05	0,09	1,00	0,07	0,17	0,06	0,09	0,09	0,08	0,14
<b>P9</b>	13,83	13,83	1,00	0,84	0,73	0,64	1,20	13,83	1,00	2,31	0,84	1,20	1,20	1,11	1,98
<b>P10</b>	6,00	6,00	0,43	0,36	0,32	0,28	0,52	6,00	0,43	1,00	0,36	0,52	0,52	0,48	0,86
<b>P11</b>	16,50	16,50	1,19	1,00	0,88	0,77	1,43	16,50	1,19	2,75	1,00	1,43	1,43	1,32	2,36
<b>P12</b>	11,50	11,50	0,83	0,70	0,61	0,53	1,00	11,50	0,83	1,92	0,70	1,00	1,00	0,92	1,64
<b>P13</b>	11,50	11,50	0,83	0,70	0,61	0,53	1,00	11,50	0,83	1,92	0,70	1,00	1,00	0,92	1,64
<b>P14</b>	12,50	12,50	0,90	0,76	0,66	0,58	1,09	12,50	0,90	2,08	0,76	1,09	1,09	1,00	1,79
<b>P15</b>	7,00	7,00	0,51	0,42	0,37	0,33	0,61	7,00	0,51	1,17	0,42	0,61	0,61	0,56	1,00

Para cada matriz de comparações paritárias foi calculado o seu autovetor  $W_i$ , o qual foi normalizado resultando no vetor de prioridades locais para os postos de serviço em relação a cada critério de análise. Estes vetores foram sintetizados em uma matriz de prioridades locais, a qual é mostrada na tabela 4.4. É importante notar que quanto maior é o valor da prioridade local obtida para o posto de serviço em relação a determinado critério, maior será o potencial que este posto terá de gerar algum tipo de passivo ambiental em relação àquele critério.

Todas as matrizes de comparações paritárias também tiveram a sua consistência verificada através do cálculo do seu máximo autovalor  $\lambda_{m\acute{a}x}$ . As mesmas foram consideradas consistentes uma vez que o  $\lambda_{m\acute{a}x}$  calculado foi igual a quinze para todas as matrizes, ou seja, o máximo autovalor resultante foi igual à ordem das matrizes. Desta forma não foi necessário calcular o índice de consistência  $IC$  dado pela equação 6, o índice de consistência aleatória  $CA$  para matrizes de ordem quinze com a escala de pesos usada neste trabalho e a razão de consistência  $RC$  dada pela equação 7.

A partir da tabela 4.4 é possível definir quais são os postos de serviço com maior potencialidade de geração de passivos ambientais segundo cada critério e indicar qual o elemento do critério foi mais decisivo para resultar em tal ordenação. Desta forma, todos os postos de serviço com maior potencialidade de gerar passivos ambientais em relação ao critério filtro tipo prensa não tinham instalado a câmara de contenção de vazamentos sob o filtro. Poucos postos tinham este equipamento instalado, sendo eles o posto P10, P13, P14 e P15. A figura 4.1 mostra a câmara de contenção de vazamentos instalada no posto P10.

A não instalação de tal dispositivo de segurança causa uma contaminação direta do solo, pois caso haja algum vazamento proveniente das conexões subterrâneas do filtro tipo prensa o óleo diesel entrará em contato direto com o solo sem ser contido em recipiente estanque.

TABELA 4.4 - MATRIZ DE SINTETIZAÇÃO DAS PRIORIDADES LOCAIS PARA OS POSTOS DE SERVIÇO

	<b>Filtro Prensa</b>	<b>SAO</b>	<b>Tanque</b>	<b>Bombas</b>	<b>Poços</b>	<b>Troca de Óleo</b>	<b>Piso</b>	<b>Canaletas</b>	<b>Respiro</b>	<b>Resíduos Sólidos</b>	<b>Administração</b>
<b>P1</b>	0,01	0,05	0,03	0,06	0,07	0,08	0,03	0,04	0,05	0,07	0,10
<b>P2</b>	0,01	0,10	0,02	0,06	0,05	0,08	0,03	0,03	0,07	0,10	0,10
<b>P3</b>	0,08	0,05	0,10	0,09	0,11	0,04	0,07	0,06	0,05	0,10	0,09
<b>P4</b>	0,10	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,05	0,02	0,05	0,04	0,02
<b>P5</b>	0,11	0,05	0,10	0,06	0,07	0,08	0,07	0,08	0,07	0,04	0,08
<b>P6</b>	0,13	0,09	0,11	0,06	0,13	0,08	0,09	0,16	0,07	0,05	0,11
<b>P7</b>	0,07	0,05	0,03	0,06	0,02	0,08	0,07	0,05	0,05	0,10	0,05
<b>P8</b>	0,01	0,05	0,10	0,09	0,06	0,04	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
<b>P9</b>	0,08	0,09	0,03	0,06	0,13	0,08	0,07	0,07	0,07	0,04	0,06
<b>P10</b>	0,04	0,07	0,13	0,06	0,03	0,08	0,05	0,10	0,07	0,04	0,03
<b>P11</b>	0,10	0,05	0,06	0,09	0,01	0,08	0,05	0,03	0,07	0,05	0,02
<b>P12</b>	0,07	0,06	0,10	0,09	0,07	0,08	0,08	0,08	0,05	0,04	0,07
<b>P13</b>	0,07	0,05	0,07	0,06	0,01	0,04	0,18	0,17	0,07	0,04	0,07
<b>P14</b>	0,08	0,09	0,04	0,06	0,01	0,04	0,02	0,02	0,07	0,10	0,02
<b>P15</b>	0,04	0,09	0,05	0,06	0,17	0,04	0,05	0,02	0,07	0,08	0,10



Fig. 4.1 – Câmara de contenção de vazamentos instalada sob o filtro tipo prensa do posto P10

Com exceção do posto P5, que apresentou má conservação da pintura do filtro tipo prensa, todos os demais postos apresentavam problemas com a manutenção do manômetro do filtro. Um exemplo, encontrado no posto P6, de um manômetro em mau estado de conservação é visto na figura 4.2.

Um filtro tipo prensa com a pintura do balão de armazenamento de óleo diesel em mau estado de conservação apresenta maiores chances de sofrer um processo de corrosão devido às próprias intempéries. Tal corrosão pode futuramente originar pontos de vazamento neste balão.

O uso de filtros tipo prensa sem a adequada manutenção do seu manômetro pode acarretar prejuízos para o próprio equipamento, tais como quebra das placas filtrantes pelo aumento excessivo da pressão do óleo e queima do motor elétrico devido a uma sobrecarga do mesmo.

Tanto o posto P5, quanto o posto P6 apresentaram vazamento de óleo nas conexões aéreas do filtro. Os postos que ocuparam as três primeiras posições em

termos de potencialidade de geração de passivos ambientais em relação ao critério filtro tipo prensa são mostrados na figura 4.3.



Fig. 4.2 – Manômetro de filtro tipo prensa em mau estado de conservação

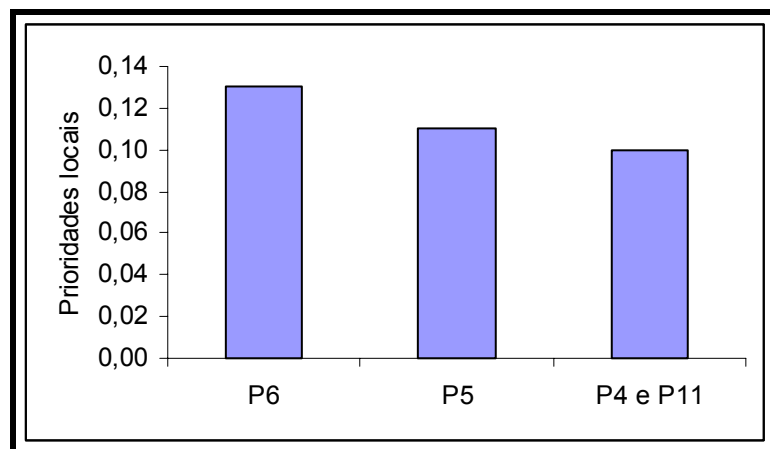


Fig. 4.3 - Postos com maior potencialidade de geração de passivos ambientais em relação ao critério filtro tipo prensa

Com relação ao critério caixa separadora de água e óleo, o posto de serviço que teve maior potencialidade de geração de passivos ambientais foi o P2, porque o mesmo não realizava limpezas periódicas na sua SAO. Óleos e graxas, bem como materiais sedimentáveis, podem ser arrastados para o efluente final da SAO caso não sejam

feitas limpezas periódicas do primeiro compartimento da mesma. Tanto o posto P14, quanto o P15 não destinavam o lodo retirado da caixa separadora de forma correta. A existência de uma alta concentração de óleos e graxas no lodo da SAO exige que o mesmo seja retirado por empresa especializada e receba uma destinação adequada.

Já a caixa separadora dos postos P6 e P9 apresentava resíduos na sua última repartição. A existência de resíduos no último compartimento da SAO pode significar que a mesma não está dimensionada corretamente, sendo incapaz de reter os óleos e graxas e de decantar os materiais sedimentáveis. A presença destes resíduos também pode indicar que a caixa separadora não está sendo limpa periodicamente, pois o fluxo do efluente está arrastando óleos e graxas e materiais sedimentáveis que estão em excesso no primeiro compartimento da mesma.

No posto P10, a caixa separadora estava sem resíduos na sua primeira repartição. Este também pode ser um indicativo de mau dimensionamento deste equipamento. Os postos que ocuparam as três primeiras posições em termos de potencialidade de geração de passivos ambientais em relação a este critério são mostrados na figura 4.4.

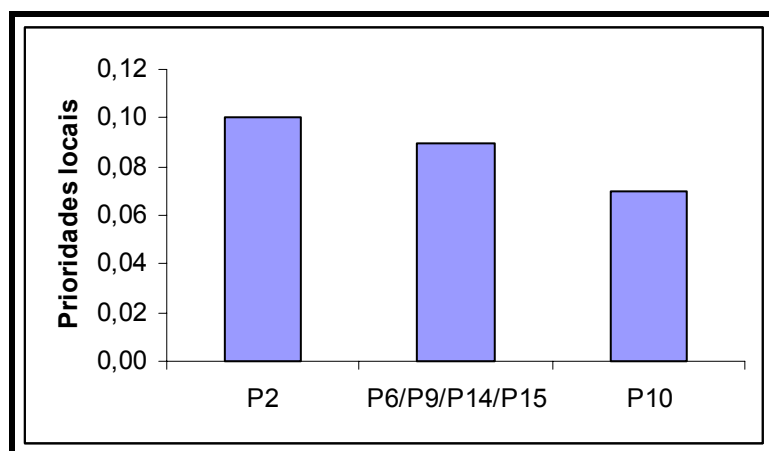


Fig. 4.4 - Postos com maior potencialidade de geração de passivos ambientais em relação ao critério SAO

O posto P10 foi considerado o posto de serviço com maior potencial de gerar passivos ambientais em relação ao critério tanques subterrâneos de armazenamento de combustíveis por não realizar o teste de estanqueidade na periodicidade indicada. A não realização deste teste a cada três anos em tanques e tubulações instalados a mais de dez anos impede a rápida detecção de vazamentos que estejam ocorrendo nestes equipamentos, postergando a troca dos equipamentos deteriorados, ampliando as dimensões das áreas atingidas pela contaminação de solo e lençol freático.

O posto P6 além de não ter instalado a câmara de acesso à boca de visita, tem apenas a descarga selada como único dispositivo de segurança contra transbordamentos de combustíveis e realiza o controle do volume armazenado de combustíveis com o uso da régua calibrada, como os demais postos com grande potencialidade de geração de passivos ambientais neste critério. Este posto ainda apresentou manchas no piso ao redor da boca de descarga de combustível, como pode ser visto na figura 4.5.

Vazamentos de combustíveis provenientes das conexões entre o tanque de armazenamento e as tubulações subterrâneas entrarão em contato direto com o solo caso a câmara de acesso à boca de visita não esteja instalada. Caso ocorra algum tipo de transbordamento durante a descarga de combustíveis no posto, o combustível em excesso também contaminará diretamente o solo se a câmara de contenção da descarga selada não estiver instalada. Este tipo de transbordamento é evidenciado através de manchas no calçamento ao redor da boca de descarga de combustível.

O uso exclusivo de régua calibrada para o controle do volume de combustível armazenado não é indicado, pois este equipamento não é capaz de detectar pequenos vazamentos de combustíveis, de tal forma que este procedimento sempre deve ser acompanhado por outro método de medição de volume com maior precisão.

Os postos que ocuparam as três primeiras posições em termos de potencialidade de geração de passivos ambientais em relação ao critério tanques de armazenamento de combustíveis são mostrados na figura 4.6.



Fig. 4.5 – Boca de descarga de combustíveis com manchas no calçamento ao redor

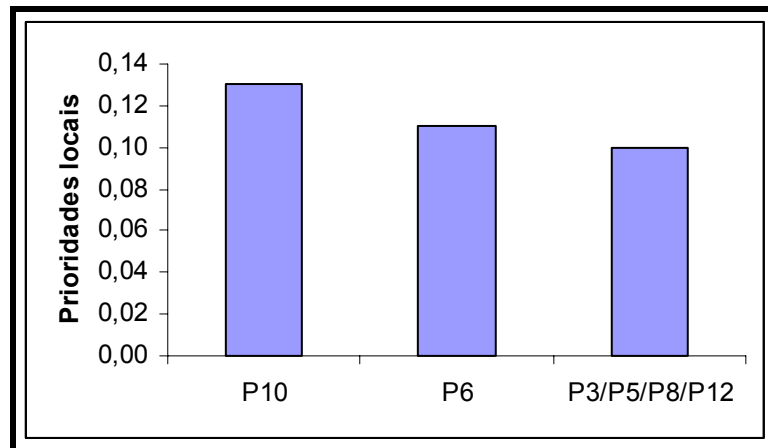


Fig. 4.6 - Postos com maior potencialidade de geração de passivos ambientais em relação ao critério tanques de armazenamento de combustíveis

O posto P15 foi o posto que apresentou maior potencial de geração de passivos ambientais em relação ao critério poços de monitoramento de água subterrânea justamente por não ter poços de monitoramento instalados. Postos sem poços de



monitoramento instalados não são capazes de acompanhar a qualidade do solo e lençol freático localizados abaixo do posto. A não instalação de poços de monitoramento de água subterrânea também pode contribuir para o aumento da extensão da área contaminada, uma vez que um vazamento pode ser detectado tardiamente.

Os postos P6 e P9 apresentaram contaminação e cheiro de combustível em amostras retiradas dos poços de monitoramento, enquanto o posto P3 apresentou apenas contaminação nesta amostra. Os postos que ocuparam as três primeiras posições em termos de potencialidade de geração de passivos ambientais em relação a este critério são mostrados na figura 4.7.

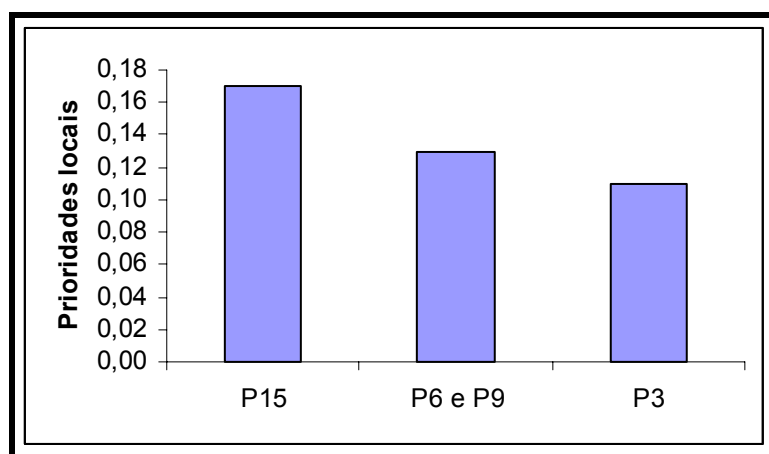


Fig. 4.7 - Postos com maior potencialidade de geração de passivos ambientais em relação ao critério poços de monitoramento de água subterrânea

Com relação ao critério piso, o posto P13 apresentou a maior potencialidade de geração de passivos ambientais por não ter piso impermeável construído em nenhuma das áreas do posto. O posto P6 não tinha construído piso impermeável nas áreas de armazenamento de óleo lubrificante usado, como é mostrado na figura 4.8, e de descarga de combustíveis, como é visto na figura 4.5. Um exemplo de como deveria ser construído um piso impermeável na área de armazenamento de óleo lubrificante usado foi encontrado no posto P7 e é mostrado na figura 4.9. Nas demais áreas do posto P6

onde o piso impermeável havia sido construído, o mesmo apresentava rachaduras e contaminações. Um exemplo destas rachaduras é mostrado na figura 4.10.

Já o posto P12 não tinha piso impermeável construído na área de descarga de combustíveis além de apresentar rachaduras e contaminações nas áreas onde o piso impermeável havia sido construído. A ordenação destes postos quanto à potencialidade de geração de passivos ambientais em relação ao critério piso é mostrada na figura 4.11.



Fig. 4.8 – Área de armazenamento de óleo lubrificante usado do posto P6 sem piso impermeável ou canaleta de contenção de vazamentos construídos



Fig. 4.9 – Área de armazenamento de óleo lubrificante usado do posto P7 com piso impermeável e canaleta de contenção de vazamentos construídos



Fig. 4.10 – Piso impermeável com rachaduras na área de abastecimento de veículos do posto P6

A função do piso impermeável em postos de serviço é evitar com que eventuais derramamentos de combustíveis, óleos lubrificantes ou graxas ocorridos na superfície entrem em contato direto com o solo. Desta forma o posto de serviço que não tem piso impermeável construído nas áreas mais suscetíveis a este tipo de acidente, ou o mesmo apresenta um mau estado de conservação, têm maiores chances de contaminar o solo devido a derramamentos de combustíveis, óleos lubrificantes ou graxas.

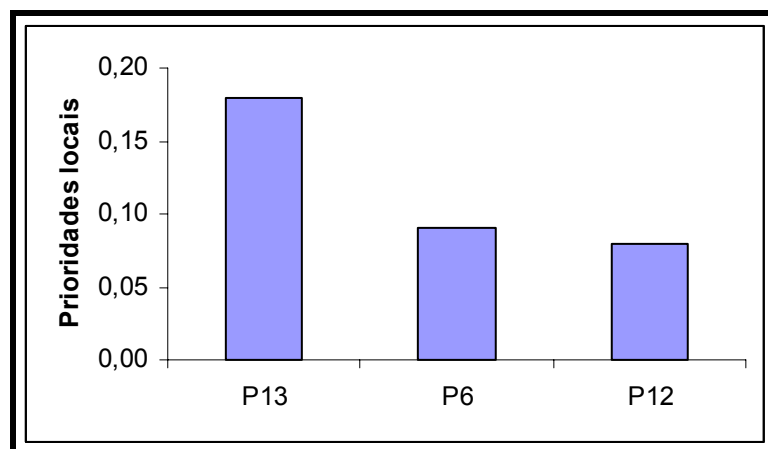


Fig. 4.11 - Postos com maior potencialidade de geração de passivos ambientais em relação ao critério piso

O posto P13 também foi o posto com maior potencialidade de geração de passivos ambientais em relação ao critério canaletas para contenção de vazamentos exatamente por não ter nenhuma canaleta construída, enquanto o posto P6 tinha canaletas construídas apenas na área de lavagem de veículos. Já o posto P10 não estava com todas as canaletas para contenção de vazamentos conectadas à caixa separadora de água e óleo e algumas estavam obstruídas por sólidos grosseiros. A ordenação destes postos quanto ao potencial de geração de passivos ambientais em relação ao critério canaletas para contenção de vazamentos é mostrada na figura 4.12.

As canaletas coletam eventuais derramamentos de combustíveis e óleos, bem como águas de lavagens contaminadas por estas substâncias, e direcionam estes efluentes para a caixa separadora de água e óleo, onde os mesmos receberão um tratamento primário. A não construção de canaletas, obstruções e desnivelamentos das mesmas dificultam a contenção de derramamentos de combustíveis e óleos. Os postos que não têm tal dispositivo construído destinam a água proveniente da lavagem de pisos e veículos diretamente para a rede coletora de esgotos sem um prévio tratamento.

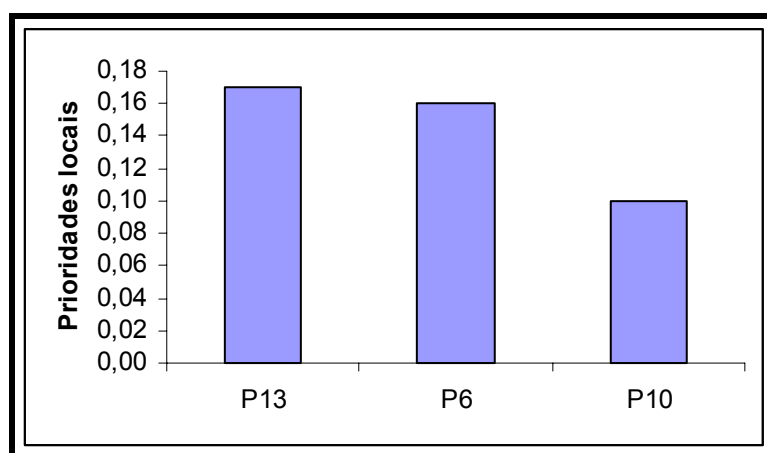


Fig. 4.12 - Postos com maior potencialidade de geração de passivos ambientais em relação ao critério canaletas para contenção de vazamentos

Com relação ao critério resíduos sólidos, os postos P2, P3, P7 e P14 apresentaram o maior potencial de gerar passivos ambientais por não armazenarem

nem destinarem de forma adequada os resíduos gerados. Na figura 4.13 pode-se ver a forma de armazenamento dos resíduos sólidos empregada no posto P7.



Fig. 4.13 – Armazenamento de resíduos sólidos empregado no posto P7

Já os postos P1, P8 e P15 armazenavam de maneira correta os resíduos gerados, mas não os destinavam adequadamente, no entanto o posto P15 ficou posicionado em segundo lugar por gerar serragem contaminada, um tipo de resíduo a mais que os demais postos. A ordenação destes postos quanto à potencialidade de geração de passivos ambientais em relação ao critério resíduos sólidos é mostrada na figura 4.14.

A maioria dos resíduos sólidos gerados devido às atividades do posto de serviço é enquadrada na classe I (resíduos perigosos), pois os mesmos estão contaminados por óleos e combustíveis. Desta forma estes resíduos devem ser armazenados separadamente do lixo comum e receberem uma disposição final adequada.

A não segregação entre estes resíduos e o lixo comum gera um aumento do volume de resíduos perigosos, elevando os custos para a destinação dos mesmos. Outro problema é contaminação de resíduos que poderiam ser enquadrados, na classe III (resíduos não-perigosos), novamente ocasionando um aumento do volume de

resíduos perigosos. Caso estes resíduos sejam armazenados externamente em recipientes abertos, os mesmos poderão acumular água da chuva, criando locais propícios para a proliferação de insetos além de dificultar a destinação destes resíduos devido ao excesso de umidade. A destinação de resíduos perigosos para aterros contribui para contaminar o solo e o lençol freático do local do aterro.

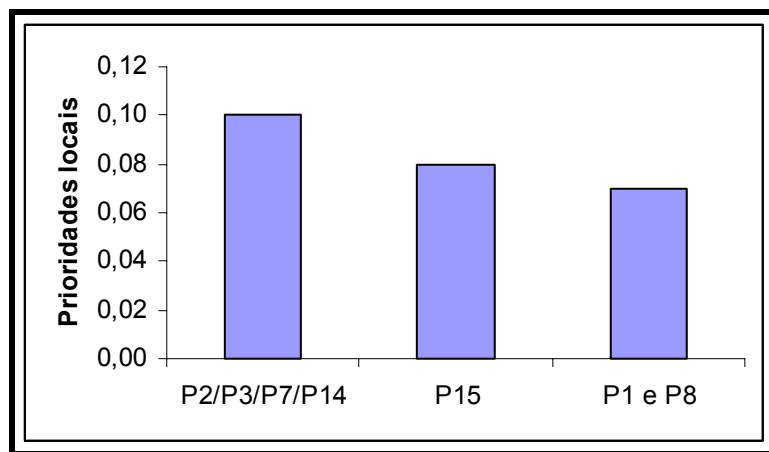


Fig. 4.14 - Postos com maior potencialidade de geração de passivos ambientais em relação ao critério resíduos sólidos

O posto P6 foi o posto com maior potencialidade de geração de passivos ambientais em relação ao critério administração por ter um tempo de operação entre onze e quinze anos, além de não ter licença ambiental, não atender a norma NBR 13786 e estar classificado como classe 3. Os postos P1 e P2 ficaram em segundo lugar por serem considerados postos classe 3 e não terem instalados todos os dispositivos de segurança exigidos pela norma NBR 13786 para postos de sua classe. Embora o posto P15 seja classificado como posto classe 1, ele também ocupa a segunda posição por não estar adequado a norma NBR 13786, não ter licença ambiental e seus funcionários não serem treinados.

O terceiro lugar na ordenação foi ocupado pelo posto P3. Embora seus funcionários fossem treinados, este era um posto com tempo de operação entre seis e dez anos, classificado como classe 2, suas instalações não atendiam as exigências da norma NBR 13786 e o mesmo não tinha licença ambiental. A ordenação destes postos



quanto à potencialidade de geração de passivos ambientais em relação ao critério administração é mostrada na figura 4.15.

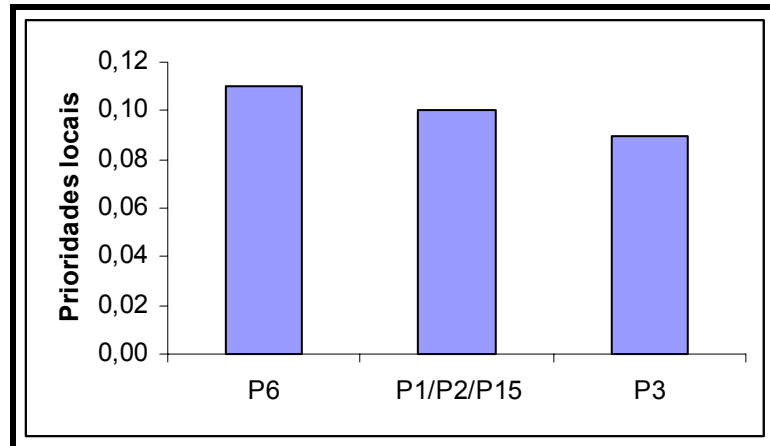


Fig. 4.15 - Postos com maior potencialidade de geração de passivos ambientais em relação ao critério administração

Instalações de postos de serviço mais antigas estão mais sujeitas à ação da deterioração causada pelo próprio tempo de uso dos equipamentos, apresentando maiores chances de ocorrência de vazamentos e falhas nas mesmas. Funcionários de postos de serviço não treinados não sabem como agir de forma a prevenir acidentes e, caso os mesmos ocorram, tais funcionários podem não tomar as devidas providências para minimizar as consequências do acidente, podendo inclusive aumentá-las.

Postos de serviço que não têm a licença ambiental não apresentam nenhuma garantia de que suas instalações seguem as recomendações técnicas e de segurança feitas pelas normas técnicas brasileiras. Tais normas classificam os postos segundo fatores de agravamento existentes ao redor dos mesmos.

Esta classificação indica a fragilidade do sistema no qual o posto está inserido, assim quanto maior for o número da classe mais frágil será este sistema e mais grave serão as consequências de um acidente nesta região. Desta forma, postos classificados em categorias mais elevadas (classe 2 ou 3) devem instalar em suas dependências um

número maior de dispositivos de segurança, assim como os tanques e tubulações a serem usados nos mesmos devem ser mais resistentes à corrosão.

Os elementos verificados durante as visitas em relação aos critérios bombas de abastecimento, troca de óleo lubrificante e linha de respiro não apresentaram grande variação. Isto apenas provocou a divisão dos postos em dois grupos, cujos componentes eram equivalentes, sem ordená-los. A tabela 4.5 mostra a divisão entre os postos quanto à potencialidade de geração de passivos ambientais em relação a estes critérios.

TABELA 4.5 - AGRUPAMENTO DOS POSTOS SEGUNDO A POTENCIALIDADE DE GERAÇÃO DE PASSIVOS AMBIENTAIS EM RELAÇÃO AOS CRITÉRIOS BOMBAS ABASTECEDORAS, TROCA DE ÓLEO LUBRIFICANTE E LINHA DE RESPIRO

<b>Critério</b>	<b>Maior potencialidade</b>	<b>Menor potencialidade</b>
Bombas abastecedoras	P3, P8, P11, P12	P1, P2, P4, P5, P6, P7, P9, P10, P13, P14, P15
Troca de óleo lubrificante	P1, P2, P4, P5, P6, P7, P9, P10, P11, P12	P3, P8, P13, P14, P15
Linha de respiro	P2, P5, P6, P8, P9, P10, P11, P13, P14, P15	P1, P3, P4, P7, P12

Os postos que apresentaram maior potencialidade de geração de passivos ambientais em relação ao critério bombas abastecedoras não tinham instalado a câmara de contenção sob a unidade abastecedora. Já quanto ao critério troca de óleo lubrificante, os postos de serviço com maior possibilidade de gerar passivos armazenavam o óleo lubrificante usado em tanques subterrâneos. Com relação ao critério linha de respiro, os postos que apresentaram maior potencialidade de geração de passivos ambientais não tinham instalado a válvula condensadora de vapores no final das linhas.

Vazamentos de combustíveis provenientes das tubulações internas das bombas de abastecimento entrarão em contato direto com o solo caso sob as mesmas não



esteja instalada a câmara de contenção de vazamentos. A detecção de vazamentos de óleos lubrificantes usados provenientes de tanques subterrâneos de armazenamento é mais difícil de ser feita, o que não ocorre quando o óleo lubrificante usado é armazenado em tambores metálicos. Linhas de respiro sem válvula condensadora de vapores instalada no seu final são uma fonte de poluição atmosférica, uma vez que permitem a emissão constante de vapores de combustíveis.

#### 4.3. DETERMINAÇÃO DAS PRIORIDADES GLOBAIS PARA OS POSTOS DE SERVIÇO

Após a normalização dos autovetores das matrizes de comparações paritárias, os vetores de prioridades locais para os postos de serviço foram sintetizados em uma matriz de prioridades locais, a qual foi multiplicada pela matriz de pesos de critérios de análise. Este processo resultou no vetor de prioridades globais para os postos de serviço, o qual é mostrado na tabela 4.6.

A partir destas prioridades globais foi possível ordenar os postos em termos da potencialidade de geração de passivos ambientais, de tal forma que o posto que obteve a maior prioridade global apresentou o maior potencial de geração de passivos ambientais em relação aos demais. Esta ordenação é mostrada na tabela 4.7.

O posto de serviço estudado com maior potencialidade de geração de passivos ambientais é o posto P6. Isto se comprova analisando a ordenação das prioridades locais, pois este posto foi considerado o mais provável gerador de passivos ambientais em quatro critérios, sendo estes administração, filtro tipo prensa, troca de óleo lubrificante e linha de respiro. O posto P6 também foi considerado o segundo posto com maior potencial em gerar passivos ambientais em relação aos critérios com maiores pesos, tanques subterrâneos de armazenamento de combustíveis e poços de monitoramento de águas subterrâneas, além dos critérios piso, canaletas para contenção de vazamentos e caixa separadora de água e óleo, os quais apresentam pesos intermediários.

TABELA 4.6 - PRIORIDADES GLOBAIS PARA OS POSTOS DE SERVIÇO ESTUDADOS

Posto	Prioridade global
P1	28,53
P2	25,02
P3	72,81
P4	35,66
P5	65,58
P6	123,24
P7	20,46
P8	45,28
P9	61,93
P10	56,00
P11	26,91
P12	57,69
P13	62,87
P14	16,11
P15	88,99

TABELA 4.7 - ORDENAÇÃO DE POTENCIALIDADE DE GERAÇÃO DE PASSIVOS

Posto	Prioridade global
P6	123,24
P15	88,99
P3	72,81
P5	65,58
P13	62,87
P9	61,93
P12	57,69
P10	56,00
P8	45,28
P4	35,66
P1	28,53
P11	26,91
P2	25,02
P7	20,46
P14	16,11

Já o posto P15, o segundo classificado na ordenação das prioridades globais, apresentou maiores chances de gerar passivos ambientais em apenas cinco dos onze critérios verificados. Destes critérios, três apresentavam pesos pequenos, sendo estes caixa separadora de água e óleo, resíduos sólidos e linhas de respiro. No entanto este posto recebeu o maior peso possível referente ao critério poços de monitoramento de água subterrânea, justamente por não ter este equipamento instalado. Por sua vez, este é o segundo critério de análise com maior peso. Esta situação ainda contribuiu para que o posto obtivesse uma alta prioridade local para o critério administração, o qual é o terceiro critério com maior peso.

O posto de serviço P3 ocupou a terceira colocação na ordenação das prioridades globais. Embora ele tenha sido considerado o mais provável gerador de passivos ambientais em relação a dois critérios de pesos pequenos, resíduos sólidos e bombas abastecedoras, ele também foi considerado o terceiro posto com maior potencialidade de geração de passivos ambientais em relação aos três critérios com maiores pesos, tanques subterrâneos de armazenamento de combustíveis, poços de monitoramento de água subterrânea e administração.

O posto que ocupou o quarto lugar na ordenação das prioridades globais, o posto P5, foi enquadrado no grupo dos mais prováveis geradores de passivos ambientais em relação ao critério troca de óleo lubrificante, cujo valor do peso é intermediário, e em relação ao critério linha de respiro, o qual detém o menor peso. No entanto, ele foi considerado o segundo e o terceiro posto com maior potencial de gerar passivos em relação a dois critérios cujos pesos são elevados, sendo estes, respectivamente, filtro tipo prensa e tanque subterrâneo de armazenamento de combustíveis.

Já o posto P13 ocupou a quinta colocação na ordenação das prioridades globais. Este posto foi considerado o mais provável gerador de passivos ambientais em relação aos critérios pisos, canaletas para contenção de vazamentos e linha de respiro. Embora os critérios piso e canaletas tenham pesos intermediários, este posto apresentou a pior condição em ambos os critérios, uma vez que o mesmo não tinha piso impermeável ou canaletas para contenção de vazamentos construídos em nenhuma de suas áreas.

O posto em sexto lugar da classificação das prioridades globais foi o posto P9. O valor numérico de sua prioridade global é muito próximo ao do posto P13, os quais podem ser considerados equivalentes. Assim como o posto P5, o posto P9 foi enquadrado no grupo de postos com maiores chances de gerar passivos ambientais em relação aos critérios troca de óleo lubrificante e linha de respiro, respectivamente com pesos intermediário e baixo. O posto P9 ainda foi considerado como sendo o segundo posto com maior potencial gerador de passivos ambientais em relação aos critérios

poços de monitoramento de água subterrânea, peso elevado, e caixa separadora de água e óleo, peso intermediário.

A proximidade numérica entre as prioridades globais dos postos P12 e P10 demonstra a equivalência de ambos. Embora o posto P10 tenha apresentado maior potencialidade de geração de passivos ambientais em cinco critérios, um a mais do que o posto P12, o posto P10 teve a sua prioridade global classificada abaixo da prioridade do posto P12.

Estes dois postos apresentaram grande potencial em gerar passivos ambientais em relação aos critérios tanque de armazenamento de combustíveis, o qual recebeu o maior peso atribuído, e troca de óleo lubrificante, o qual recebeu um peso atribuído intermediário. No entanto o posto P12 foi considerado com maior potencialidade de geração de passivos ambientais em relação ao critério piso, o qual apresenta um peso maior do que os critérios canaletas para contenção de vazamentos e caixa separadora de água e óleo, nos quais o posto P10 apresentou maiores chances de gerar passivos ambientais.

O posto P8 ocupou o nono lugar na classificação das prioridades globais. Ele foi considerado um dos postos com maior potencial gerador de passivos ambientais em relação aos critérios bombas abastecedoras e linhas de respiro, ambos critérios com pesos pequenos. Este posto também foi considerado como o terceiro posto com maiores chances de gerar passivos em relação aos critérios tanque subterrâneo de armazenamento de combustíveis, critério com o maior peso, e resíduos sólidos, critério de pequeno peso.

O posto P4, o décimo colocado na ordenação das prioridades globais, foi um dos postos que apresentou a maior chance de gerar passivos ambientais em relação ao critério troca de óleo lubrificante, cujo peso é intermediário. Este posto também foi considerado o terceiro posto com maior potencialidade de gerar passivos em relação ao critério filtro tipo prensa, o qual apresenta o quarto maior peso. Embora o posto P1

tenha sido considerado o segundo posto com maior potencial de geração de passivos ambientais em relação ao critério administração, o qual apresenta o terceiro maior peso, teve sua prioridade global ordenada logo abaixo da prioridade do posto P4.

Os postos P11 e P2 apresentaram o terceiro caso de equivalência entre prioridades globais, sendo que o posto P11 ocupou a 12º colocação da ordenação e o posto P2 o 13º lugar. O posto P11 se enquadrou no grupamento de postos que foram considerados com maior potencial gerador de passivos ambientais em relação aos critérios troca de óleo lubrificante, bombas abastecedoras e linhas de respiro. Este posto também foi considerado o terceiro posto com maior potencial de geração de passivos em relação ao critério filtro tipo prensa.

O posto P2 também foi considerado como um dos postos com maiores chances de gerar passivos ambientais em relação aos critérios troca de óleo lubrificante e linha de respiro. Este posto apresentou a mesma potencialidade em relação aos critérios caixa separadora de água e óleo e resíduos sólidos, além de ter sido considerado o segundo posto com maior potencial gerador de passivos ambientais em relação ao critério administração, o qual apresenta o terceiro maior peso. Mesmo assim o posto P2 ficou classificado em uma posição abaixo do posto P11.

O posto P7, o 14º colocado na ordenação das prioridades globais, foi considerado como um dos postos com maior potencialidade de gerar passivos ambientais em relação aos critérios troca de óleo lubrificante, o qual apresenta peso intermediário, e resíduos sólidos, o qual apresenta um pequeno peso.

Já o posto de serviço P14 teve a menor potencialidade de geração de passivos ambientais. Este posto foi considerado como um dos postos com maiores chances de gerar passivos em relação aos critérios resíduos sólidos e linhas de respiro, ambos com baixos pesos. Este posto também foi considerado o segundo posto com maior potencial gerador de passivos ambientais em relação ao critério caixa separadora de água e óleo, o qual apresenta um peso intermediário.

#### 4.4. VALIDAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PROCESSO

Os dados obtidos por LEITE (2003) utilizando o método de priorização com aplicação de lista de critérios para indicar qual resíduo gerado por uma indústria de alimentos deveria ser minimizado prioritariamente, foram usados com o objetivo de validar o método de análise hierárquica de processo. Desta forma procurou-se verificar se o método de análise hierárquica de processo forneceria uma ordenação dos resíduos similar àquela obtida por LEITE (2003). Assim os valores atribuídos aos resíduos gerados foram comparados aos pares em relação a cada critério elaborado por LEITE. As matrizes de comparações paritárias resultantes são mostradas no Anexo II.

Para cada matriz de comparações paritárias foi calculado o seu autovetor, o qual foi normalizado resultando no vetor de prioridades locais para os resíduos gerados em relação a cada critério de análise. Estes vetores foram sintetizados em uma matriz de prioridades locais, a qual é mostrada na tabela 4.8.

TABELA 4.8 - MATRIZ DE SINTETIZAÇÃO DE PRIORIDADES LOCAIS PARA OS RESÍDUOS GERADOS

	<b>RA</b>	<b>RB</b>	<b>RCL</b>	<b>RD</b>	<b>RE</b>	<b>RF</b>	<b>RG</b>
<b>G1</b>	0,033	0,024	0,050	0,040	0,056	0,044	0,102
<b>G2</b>	0,033	0,071	0,050	0,040	0,056	0,044	0,034
<b>G3</b>	0,033	0,071	0,050	0,040	0,056	0,044	0,011
<b>G4</b>	0,033	0,024	0,050	0,120	0,056	0,044	0,102
<b>G5</b>	0,033	0,024	0,050	0,040	0,056	0,044	0,102
<b>G6</b>	0,033	0,024	0,050	0,040	0,056	0,044	0,102
<b>G7</b>	0,033	0,024	0,050	0,040	0,056	0,044	0,034
<b>G8</b>	0,033	0,024	0,050	0,040	0,056	0,044	0,034
<b>G9</b>	0,033	0,071	0,050	0,040	0,056	0,044	0,034
<b>G10</b>	0,100	0,071	0,050	0,040	0,056	0,044	0,011
<b>G11</b>	0,033	0,071	0,050	0,080	0,056	0,132	0,102
<b>G12</b>	0,100	0,071	0,050	0,080	0,056	0,132	0,011
<b>G13</b>	0,033	0,071	0,050	0,080	0,056	0,132	0,102
<b>G14</b>	0,033	0,071	0,050	0,080	0,056	0,132	0,102
<b>G15</b>	0,300	0,071	0,150	0,120	0,167	0,015	0,011
<b>G16</b>	0,100	0,214	0,150	0,080	0,056	0,015	0,102

Todas as matrizes de comparações paritárias também tiveram a sua consistência verificada através do cálculo do seu máximo autovalor  $\lambda_{máx}$ . As mesmas foram consideradas consistentes uma vez que o  $\lambda_{máx}$  calculado foi igual a dezesseis para todas as matrizes, ou seja, o máximo autovalor resultante foi igual à ordem das matrizes. Novamente não foi necessário calcular o índice de consistência  $IC$ , o índice de consistência aleatória  $CA$  para matrizes de ordem dezesseis com os pesos elaborados por LEITE e a razão de consistência  $RC$ .

A matriz de prioridades locais foi multiplicada pelo vetor coluna formado pelos pesos dos critérios elaborados por LEITE, os quais são dados na tabela 3.13, resultando no vetor coluna de prioridades globais para os resíduos gerados, o qual é mostrado na tabela 4.9.

TABELA 4.9 - PRIORIDADES GLOBAIS PARA OS RESÍDUOS GERADOS

<b>Resíduo</b>	<b>Prioridade global</b>
G1	0,7258565
G2	0,5689301
G3	0,5007482
G4	0,8058565
G5	0,7258565
G6	0,7258565
G7	0,5213110
G8	0,5213110
G9	0,5689301
G10	0,7007482
G11	0,9017108
G12	0,8289835
G13	0,9017108
G14	0,9017108
G15	1,7735587
G16	1,3269209

A maior prioridade global calculada indica o primeiro resíduo gerado que deveria passar por um processo de minimização. A ordenação dos resíduos gerados segundo as prioridades globais calculadas pelo método de análise hierárquica de processo é mostrada na tabela 4.10. A tabela 4.11 mostra a ordenação dos resíduos gerados segundo os números de prioridade *NP* calculados através do método de priorização com aplicação de lista de critérios obtida por LEITE (2003). Já a tabela 4.12 mostra a comparação da ordenação obtida pelos dois métodos.

TABELA 4.10 - ORDENAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS SEGUNDO MÉTODO AHP

Resíduo	Prioridade global
G15	1,7735587
G16	1,3269209
G14	0,9017108
G13	0,9017108
G11	0,9017108
G12	0,8289835
G4	0,8058565
G1	0,7258565
G6	0,7258565
G5	0,7258565
G10	0,7007482
G9	0,5689301
G2	0,5689301
G8	0,5213110
G7	0,5213110
G3	0,5007482

TABELA 4.11 - ORDENAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS SEGUNDO OS NP

Resíduo	Prioridade
G16	56
G15	49
G14	48
G13	48
G11	48
G4	41
G12	30
G1	39
G6	39
G5	39
G9	23
G10	23
G2	23
G8	21
G7	21
G3	17

FONTE: LEITE (2003)

Observando a tabela 4.12, verifica-se que através do método de priorização por lista de critérios os resíduos G16 e G15 ocuparam, respectivamente, o primeiro e segundo lugares na ordem de resíduos a serem minimizados prioritariamente, esta colocação foi invertida pelo método de análise hierárquica de processo. Segundo o método de priorização por lista de critérios, os resíduos G4 e G12 ocupariam, respectivamente, o sexto e o sétimo lugares na ordem de resíduos a serem



minimizados. Esta ordem também foi invertida com o uso do método de análise hierárquica de processo.

A última inversão na ordenação dos resíduos a serem minimizados foi observada entre a 11º e a 12º posição. Enquanto o método de priorização por lista de critérios considerou o resíduo G9 como o 11º resíduo a ser minimizado e o resíduo G10 como o 12º, o método de análise hierárquica de processo obteve o inverso destas posições.

TABELA 4.12 - COMPARAÇÃO DAS ORDENAÇÕES OBTIDAS PELOS MÉTODOS DE PRIORIZAÇÃO POR LISTA DE CRITÉRIOS E ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PROCESSO PARA OS RESÍDUOS GERADOS

<b>Ordenação</b>	<b>Lista de Critérios</b>	<b>Análise Hierárquica</b>
1	G16	G15
2	G15	G16
3	G14	G14
4	G13	G13
5	G11	G11
6	G4	G12
7	G12	G4
8	G1	G1
9	G6	G6
10	G5	G5
11	G9	G10
12	G10	G9
13	G2	G2
14	G8	G8
15	G7	G7
16	G3	G3

Analisando as tabelas 4.10 e 4.11, observa-se que o método de priorização por lista de critérios e a análise hierárquica de processo obtiveram as mesmas equivalências entre resíduos. Estas equivalências ocorreram entre os resíduos G14,

G13, G11, respectivamente, terceiro, quarto e quinto lugares, entre os resíduos G1, G6 e G5, respectivamente, oitavo, nono e décimo lugares, e entre os resíduos G8 e G7, respectivamente, 14º e 15º lugares. Com tal equivalência observada, torna-se impossível, apenas com a análise das prioridades globais, determinar uma ordenação para os resíduos. Neste caso foram usados os mesmos critérios de desempate utilizados por LEITE (2003) para estabelecer a ordenação dos resíduos gerados.

Observou-se que os resíduos G9, G10 e G2 apresentaram equivalência nos seus números de prioridade e, no trabalho de LEITE, foram ordenados, respectivamente, em 11º, 12º e 13º lugares. Com o uso do método de análise hierárquica de processo, o resíduo G10 apresentou um valor de prioridade global maior do que o apresentado pelos resíduos G9 e G2, podendo assim ser ordenado em 11º lugar com mais exatidão. Os resíduos G9 e G2 foram ordenados pelo método de análise hierárquica, respectivamente, em 12º e 13º lugares.

Verifica-se através da tabela 4.12 que a ordenação dos resíduos gerados obtida pelo método de análise hierárquica de processo é muito similar à ordenação resultante do método de priorização pela aplicação de lista de critérios, o que agrega ainda mais robustez ao método de análise hierárquica de processo.

## 5. CONCLUSÃO

Este trabalho empregou o método de análise hierárquica de processo com o objetivo de priorizar a potencialidade de geração de passivos ambientais em postos de serviço. Observou-se que esta metodologia além de ser capaz de considerar critérios tangíveis e intangíveis, utiliza equações matemáticas para o tratamento de dados menos complexas comparadas às equações de outros métodos encontrados na literatura também usados na priorização de alternativas.

Segundo o método AHP os pesos dos critérios de análise devem ser atribuídos por um grupo de especialistas no assunto analisado através da comparação paritária dos mesmos. Este procedimento além de conferir mais subjetividade ao método, pode se tornar um empecilho à aplicação do mesmo quando as opiniões forem muito divergentes. Neste trabalho esta dificuldade foi transposta através da elaboração de fórmulas de recorrência que calculavam os pesos dos critérios de análise a partir dos pesos dos subcritérios e elementos verificados durante as visitas realizadas aos postos de serviço.

A etapa mais trabalhosa desta técnica foi a elaboração da estrutura hierárquica que seria usada para a avaliar os postos de serviço. No entanto, sua execução proporcionou um grande aprendizado em relação às leis, normas, instalações, equipamentos e funcionamento dos mesmos.

Este aprendizado foi aprofundado durante as visitas de campo. Nesta etapa foram verificadas as mais diversas situações práticas, no entanto cabe aqui ressaltar um ponto em comum entre os postos de serviço: a falta de conhecimento por parte dos operadores e gerentes de postos com relação às leis e normas que regulamentam o seu funcionamento, e também em relação aos próprios equipamentos e dispositivos de segurança que estão instalados em seus postos, assim como os seus funcionamentos.

Apesar de algumas dificuldades encontradas para a verificação de determinados elementos em alguns postos visitados, o método de análise hierárquica de processo se mostrou eficaz na priorização da possibilidade de geração de passivos ambientais em postos de serviço. Esta metodologia além de ter sido capaz de ordenar os postos estudados, partindo daquele com menor chance de gerar passivos ambientais, neste caso o posto P14, e indo até o posto com maior potencialidade de geração, no caso o posto P6, também identificou as áreas dos postos com maiores deficiências, as quais devem receber ações corretivas ou preventivas prioritariamente.

Observou-se que foram encontradas áreas críticas em todos os postos visitados, inclusive naqueles considerados em melhores condições de conservação. Isto demonstra que os postos de serviço são organizações de grande vulnerabilidade em relação ao meio ambiente, exigindo, desta forma, constante manutenção nos equipamentos, controle rigoroso dos estoques, funcionários bem treinados, elaboração de planos de ação para situações de emergência e melhorias contínuas.

Outro ponto crítico identificado através dos dados provenientes das visitas de campo é a precariedade da fiscalização que os órgãos públicos exercem sobre tais estabelecimentos. Isto é comprovado verificando-se os resultados obtidos através do critério de análise administração, uma vez que dos cinco postos que apresentaram maior potencialidade de geração de passivos ambientais neste critério nenhum estava adequado a NBR 13786 e três postos estavam em operação sem que sua licença ambiental tivesse sido expedida.

A priorização dos postos com relação ao seu potencial de geração de passivos ambientais obtida neste trabalho se mostrou realista, uma vez que os postos considerados com maiores chances de gerar passivos realmente eram aqueles que apresentaram o maior número de áreas críticas e foram considerados críticos em áreas com possibilidade de gerar passivos ambientais de maior gravidade, no caso os postos P6, P15, P3 e P5. Já os postos que ocuparam os últimos lugares da ordenação realmente apresentaram um pequeno número de áreas críticas e as mesmas eram

possíveis geradoras de passivos de menor gravidade. Sendo os postos P14, P7, P2 e P11 aqueles com menor potencialidade de geração de passivos ambientais.

A confiabilidade da ordenação obtida para os postos também foi assegurada pelo cálculo do máximo autovalor das matrizes de comparações paritárias. Este resultou no mesmo valor das ordens de tais matrizes, o que comprova a consistência das comparações realizadas entre os postos com relação a cada critério de análise. Outro fator importante que corroborou a eficácia do método foi a sua validação usando dados resultantes de outra metodologia.

Ao se usar o método de análise hierárquica de processo para ordenar os resíduos sólidos gerados por uma indústria alimentícia que deveriam primeiramente receber um tratamento de minimização, obteve-se uma ordenação muito similar àquela obtida pelo método de priorização por aplicação de lista de critérios. Comparando as duas ordenações verificaram-se apenas três inversões de posições vizinhas, o que comprovou a similaridade das mesmas.

Concluiu-se que o método de análise hierárquica de processo é uma importante ferramenta para o planejamento de ações preventivas e corretivas relativas à área ambiental e aplicáveis a postos de serviço. Comprovou-se este fato não somente pelo método ter sido capaz de ordenar quais os postos de serviço apresentaram maior potencialidade de geração de passivos ambientais, mas também pelo mesmo ter indicado quais eram as áreas mais críticas de um único posto.

Desta forma, uma distribuidora de combustíveis pode utilizar esta metodologia para planejar suas ações de forma a atender em primeiro lugar os postos em piores condições, ou caso queira promover ações relacionadas a apenas um equipamento ou áreas específicas, saberá quais são os postos com maior necessidade de receber tais ações. Este planejamento promove o uso mais racional dos recursos financeiros destinados à prevenção do aparecimento de passivos ambientais.

## 6. SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Sugere-se a realização dos seguintes trabalhos futuros:

- Ampliar o número de critérios e subcritérios de análise para possibilitar a verificação de situações não previstas neste primeiro trabalho e aumentar o nível de detalhamento destas análises;
- Gerar elementos de peso intermediário para os subcritérios com apenas dois elementos para se obter uma melhor diferenciação das diversas situações observadas em campo;
- Realizar análise de sensibilidade paramétrica em relação aos parâmetros  $\alpha$  e  $n$  da lei de Weber-Fechner;
- Considerar os resíduos sólidos gerados nas áreas administrativas e de loja de conveniência do posto no caso do critério resíduos sólidos;
- Elaborar programa computacional para ser utilizado no levantamento de dados e priorização dos postos de serviço em termos da sua potencialidade de geração de passivos ambientais. Esta priorização pode ser obtida com relação a grupo de postos, divididos por região ou não, e por áreas de postos;
- Realizar análises laboratoriais de amostras de solo, água subterrânea, efluentes e emissões gasosas para o ajuste dos parâmetros  $\alpha$  e  $n$  da lei de estímulos e respostas de Weber-Fechner;
- Revisar a ordenação proposta para a potencialidade de geração de passivos ambientais dos critérios de análise, de tal forma que seja atribuído ao critério de análise administração um valor maior para o estímulo inicial  $s_0$ ;
- Obter o vetor de prioridades globais através da multiplicação da matriz de sintetização de prioridades locais pelos pesos médios calculados para os critérios de análise.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13781**: instalação de tanque atmosférico subterrâneo em postos de serviço. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13783**: instalação hidráulica de tanque atmosférico subterrâneo em postos de serviço. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13784**: detecção de vazamento em postos de serviço. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13786**: posto de serviço – seleção de equipamentos e sistemas para instalações subterrâneas de combustíveis. Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14605**: posto de serviço – sistema de drenagem oleosa. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14623**: posto de serviço – poço de monitoramento para detecção de vazamento. Rio de Janeiro, 2000.

CIVILIAN FEDERAL AGENCY TASK FORCE. **Guide of evaluating environmental liability for property transfer.** 1998. Disponível em < [http://www.epa.gov/swerffrr/pdf/cfatf\\_guide\\_liability.pdf](http://www.epa.gov/swerffrr/pdf/cfatf_guide_liability.pdf) > Acesso em: 04 jun 2003.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 1 de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Relator: Flávio Peixoto da Silveira. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm> > Acesso em: 20 mar. 2003.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 9 de 31 de agosto de 1993. Estabelece definições e torna obrigatório o reconhecimento e destinação adequada de todo óleo lubrificante usado ou contaminado. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm> > Acesso em: 15 abr. 2003.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 20 de 18 de junho de 1986. Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Relator: Deni Lineu Schwartz. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm> > Acesso em: 15 abr. 2003.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 273 de 29 de novembro de 2000. Dispõe sobre prevenção e controle da poluição em postos de combustíveis e serviços. Relator: José Carlos Carvalho. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm> > Acesso em: 15 abr. 2003.

CURITIBA. Lei nº 8681, de 11 de julho de 1995. Dispõe sobre a instalação de Postos de Abastecimento de Combustível e Serviços e cria a obrigatoriedade em executar as medidas preventivas de proteção ao meio ambiente, especialmente no sistema de armazenamento de combustíveis. Disponível em: <[http://www.curitiba.pr.gov.br/Servicos/MeioAmbiente/legislacoes/lei\\_postos.pdf](http://www.curitiba.pr.gov.br/Servicos/MeioAmbiente/legislacoes/lei_postos.pdf) > Acesso em: 16 abr. 2003.

CURITIBA. Decreto nº 971, de 13 de novembro de 1995. Regulamenta a Lei nº 8681/95 quanto às condições das edificações e da proteção ambiental dos Postos de Abastecimento e de Serviços. Disponível em: <[http://www.curitiba.pr.gov.br/Servicos/MeioAmbiente/legislacoes/decreto\\_postos.pdf](http://www.curitiba.pr.gov.br/Servicos/MeioAmbiente/legislacoes/decreto_postos.pdf) > Acesso em 16 abr. 2003.

FERNANDES, C. H. **Priorização de projetos hidroelétricos sob a ótica social:** um estudo de caso utilizando análise custo /benefício e uma metodologia multicritério de apoio à decisão - Macbeth. Florianópolis, 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia



de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Catarina.

FILTROIL® FILTROS PRENSA®. **Catálogo filtro prensa linha “M”**. Rio de Janeiro. [199-].

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. Portaria nº 103 de 16 de junho de 1998. Determinações concedidas aos fabricantes dos modelos de filtros adicionais para óleo diesel, tipo prensa. Relator: Júlio César Carmo Bueno. Disponível em: < <http://www.inmetro.gov.br/rtac/> > Acesso em: 31 mai. 2003.

LAGE, H. Passivo ambiental. **Revista Meio Ambiente Industrial**, v.40, p.32-34, 2003.

LEITE, B. Z. **Minimização de resíduos em uma indústria de alimentos da região metropolitana de Curitiba**. Curitiba, 2003. 177 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

LUCENA, L. F. L. A análise multicriterial na avaliação de impactos ambientais. Disponível em [www.nepam.unicamp.br/ecoeco/artigos/encontros/downloads/mesa3/7.pdf](http://www.nepam.unicamp.br/ecoeco/artigos/encontros/downloads/mesa3/7.pdf) Acesso em 12 nov. 2003.

MOREIRA, I. V. D. **Origem e síntese dos principais métodos de avaliação de impacto ambiental (AIA)**. Curitiba: SUREHMA / GTZ, 1999. MAIA – Manual de avaliação de impactos ambientais.

NACIONAL DISTRIBUIDORA LTDA. **Catálogo Get Fuel®**: Válvula recuperadora de vapores e gases. Porto Alegre. [199-].

NELLOR, M.; BROSSEAU, G. (Coord.). **Controlling vehicle service facility discharges in wastewater: how to develop and administer a source control program.** Alexandria, 1995. 108 f. Monografia – Water Environment Federation.

NORONHA, S. M. D. **Um modelo multicritério para apoiar a decisão da escolha do combustível para alimentação de caldeiras usadas na indústria têxtil.** Florianópolis, 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

OROFINO, F. V. G. **Aplicação de um sistema de suporte multicritério – Saaty for Windows – na gestão dos resíduos sólidos de serviços de saúde: caso do Hospital Celso Ramos.** Florianópolis, 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

PAMPLONA, E. O. Avaliação qualitativa de *cost drivers* pelo método AHP. In: ABCustos, 4., 1999, São Paulo. Disponível em: < <http://www.iem.efei.br/edson/download/Artavalahp.pdf> > Acesso em: 13 out 2003.

PAMPLONA, E. O.; SALOMON, V. P.; MONTEVECHI, J. A. B. Justificativas para aplicação do método de análise hierárquica. In: ENEGEP, 19., 1999, Rio de Janeiro. Disponível em: < [www.iem.efei.br/edson/download/Artahp99.pdf](http://www.iem.efei.br/edson/download/Artahp99.pdf) > Acesso em: 13 out 2003.

PEREIRA NETO, W. A. **Modelo multicritério de avaliação de desempenho operacional do transporte coletivo por ônibus no município de Fortaleza.** Fortaleza, 2001. 192 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Programa de Mestrado em Engenharia de Transporte, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará.

PETROBRÁS DISTRIBUIDORA S.A. **Catálogo de equipamentos de postos de combustíveis**. Curitiba. [199-].

QUEIROZ, S. M. P. **Avaliação de impactos ambientais**. Curitiba: UFPR / IEP, 2001. Curso de especialização em gestão e engenharia ambiental.

RIBEIRO, M. S. A contabilidade como instrumento de gerenciamento ambiental. In: Congresso Internacional de Custos, 6., 1999, Braga. Disponível em: < [http://www.fipecafi.com.br/public\\_artigos/maisa/portugal\\_anais.pdf](http://www.fipecafi.com.br/public_artigos/maisa/portugal_anais.pdf) > Acesso em: 15 abr 2003.

RIBEIRO, M. S.; GRATÃO, A. D. Custos Ambientais – O caso das empresas distribuidoras de combustíveis. In: Congresso Brasileiro de Custos, 7., 2000, Recife. Disponível em: < [http://www.fipecafi.com.br/public\\_artigos/maisa/congresso\\_custos20002.pdf](http://www.fipecafi.com.br/public_artigos/maisa/congresso_custos20002.pdf) > Acesso em: 15 abr 2003.

RIBEIRO, M. S.; LISBOA, L. P. Balanço Social. **Revista Brasileira de Contabilidade**, Brasília, ano 28, n. 115, p. 72-81, jan / fev. 1999.

RIBEIRO, M.S.; LISBOA, L.P. Passivo Ambiental In: Congresso Brasileiro de Contabilidade, 16., 2000, Goiânia. Disponível em: < [http://www.fipecafi.com.br/public\\_artigos/maisa/passivo\\_ambiental.pdf](http://www.fipecafi.com.br/public_artigos/maisa/passivo_ambiental.pdf) > Acesso em: 15 abr 2003.

SAATY, T. L. **Método de análise hierárquica**. São Paulo: McGraw-Hill Makron Books, 1991.

SAATY, T. L. Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary. **European Journal of Operational Research**, n. 145, p. 85-91, 2003.

SÁNCHEZ, L. E. **Desengenharia: O passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

SCHIANETZ, B. **Passivos ambientais:** Levantamento histórico, avaliação de periculosidade e ações de recuperação. Curitiba: SENAI, 1999.

SÓLLITTA ENGENHARIA E CONSTRUÇÕES LTDA. **Catálogo Ecoflex®.** São Paulo, 1996.

VÍTORA, V. C. F.; GARRO, V. R.; RIPOLL, V. C.; RIPOLL, L. A. C. **Guia metodológica para la evaluacion del impacto ambiental.** Madri: Ediciones Mundi-Prensa, 1993.

## **ANEXOS**

**ANEXO I – MATRIZES DE COMPARAÇÕES PARITÁRIAS ENTRE  
POSTOS DE SERVIÇO SEGUNDO OS CRITÉRIOS DE ANÁLISE**

## MATRIZ DE COMPARAÇÕES PARITÁRIAS ENTRE POSTOS ESTUDADOS PARA O CRITÉRIO DE ANÁLISE SAO

	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>	<b>P11</b>	<b>P12</b>	<b>P13</b>	<b>P14</b>	<b>P15</b>
<b>P1</b>	1,00	0,46	1,00	1,00	0,93	0,52	1,00	1,00	0,52	0,65	1,00	0,76	1,00	0,52	0,52
<b>P2</b>	2,15	1,00	2,15	2,15	2,00	1,12	2,15	2,15	1,12	1,40	2,15	1,65	2,15	1,12	1,12
<b>P3</b>	1,00	0,46	1,00	1,00	0,93	0,52	1,00	1,00	0,52	0,65	1,00	0,76	1,00	0,52	0,52
<b>P4</b>	1,00	0,46	1,00	1,00	0,93	0,52	1,00	1,00	0,52	0,65	1,00	0,76	1,00	0,52	0,52
<b>P5</b>	1,08	0,50	1,08	1,08	1,00	0,56	1,08	1,08	0,56	0,70	1,08	0,82	1,08	0,56	0,56
<b>P6</b>	1,92	0,89	1,92	1,92	1,79	1,00	1,92	1,92	1,00	1,25	1,92	1,47	1,92	1,00	1,00
<b>P7</b>	1,00	0,46	1,00	1,00	0,93	0,52	1,00	1,00	0,52	0,65	1,00	0,76	1,00	0,52	0,52
<b>P8</b>	1,00	0,46	1,00	1,00	0,93	0,52	1,00	1,00	0,52	0,65	1,00	0,76	1,00	0,52	0,52
<b>P9</b>	1,92	0,89	1,92	1,92	1,79	1,00	1,92	1,92	1,00	1,25	1,92	1,47	1,92	1,00	1,00
<b>P10</b>	1,54	0,71	1,54	1,54	1,43	0,80	1,54	1,54	0,80	1,00	1,54	1,18	1,54	0,80	0,80
<b>P11</b>	1,00	0,46	1,00	1,00	0,93	0,52	1,00	1,00	0,52	0,65	1,00	0,76	1,00	0,52	0,52
<b>P12</b>	1,31	0,61	1,31	1,31	1,21	0,68	1,31	1,31	0,68	0,85	1,31	1,00	1,31	0,68	0,68
<b>P13</b>	1,00	0,46	1,00	1,00	0,93	0,52	1,00	1,00	0,52	0,65	1,00	0,76	1,00	0,52	0,52
<b>P14</b>	1,92	0,89	1,92	1,92	1,79	1,00	1,92	1,92	1,00	1,25	1,92	1,47	1,92	1,00	1,00
<b>P15</b>	1,92	0,89	1,92	1,92	1,79	1,00	1,92	1,92	1,00	1,25	1,92	1,47	1,92	1,00	1,00

MATRIZ DE COMPARAÇÕES PARITÁRIAS ENTRE OS POSTOS ESTUDADOS PARA O CRITÉRIO DE ANÁLISE  
TANQUES SUBTERRÂNEOS DE ARMAZENAMENTO DE COMBUSTÍVEIS

	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>	<b>P11</b>	<b>P12</b>	<b>P13</b>	<b>P14</b>	<b>P15</b>
<b>P1</b>	1,00	1,25	0,29	0,48	0,29	0,24	1,00	0,29	1,00	0,21	0,43	0,29	0,42	0,63	0,59
<b>P2</b>	0,80	1,00	0,23	0,38	0,23	0,19	0,80	0,23	0,80	0,17	0,35	0,23	0,33	0,50	0,47
<b>P3</b>	3,50	4,38	1,00	1,67	1,00	0,83	3,50	1,00	3,50	0,74	1,52	1,00	1,46	2,19	2,06
<b>P4</b>	2,10	2,63	0,60	1,00	0,60	0,50	2,10	0,60	2,10	0,45	0,91	0,60	0,88	1,31	1,24
<b>P5</b>	3,50	4,38	1,00	1,67	1,00	0,83	3,50	1,00	3,50	0,74	1,52	1,00	1,46	2,19	2,06
<b>P6</b>	4,20	5,25	1,20	2,00	1,20	1,00	4,20	1,20	4,20	0,89	1,83	1,20	1,75	2,63	2,47
<b>P7</b>	1,00	1,25	0,29	0,48	0,29	0,24	1,00	0,29	1,00	0,21	0,43	0,29	0,42	0,63	0,59
<b>P8</b>	3,50	4,38	1,00	1,67	1,00	0,83	3,50	1,00	3,50	0,74	1,52	1,00	1,46	2,19	2,06
<b>P9</b>	1,00	1,25	0,29	0,48	0,29	0,24	1,00	0,29	1,00	0,21	0,43	0,29	0,42	0,63	0,59
<b>P10</b>	4,70	5,88	1,34	2,24	1,34	1,12	4,70	1,34	4,70	1,00	2,04	1,34	1,96	2,94	2,76
<b>P11</b>	2,30	2,88	0,66	1,10	0,66	0,55	2,30	0,66	2,30	0,49	1,00	0,66	0,96	1,44	1,35
<b>P12</b>	3,50	4,38	1,00	1,67	1,00	0,83	3,50	1,00	3,50	0,74	1,52	1,00	1,46	2,19	2,06
<b>P13</b>	2,40	3,00	0,69	1,14	0,69	0,57	2,40	0,69	2,40	0,51	1,04	0,69	1,00	1,50	1,41
<b>P14</b>	1,60	2,00	0,46	0,76	0,46	0,38	1,60	0,46	1,60	0,34	0,70	0,46	0,67	1,00	0,94
<b>P15</b>	1,70	2,13	0,49	0,81	0,49	0,40	1,70	0,49	1,70	0,36	0,74	0,49	0,71	1,06	1,00



MATRIZ DE COMPARAÇÕES PARITÁRIAS ENTRE OS POSTOS ESTUDADOS PARA O CRITÉRIO DE ANÁLISE BOMBAS ABASTECEDORAS

	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>	<b>P11</b>	<b>P12</b>	<b>P13</b>	<b>P14</b>	<b>P15</b>
<b>P1</b>	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	0,67	0,67	1,00	1,00	1,00
<b>P2</b>	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	0,67	0,67	1,00	1,00	1,00
<b>P3</b>	1,50	1,50	1,00	1,50	1,50	1,50	1,50	1,00	1,50	1,50	1,00	1,00	1,50	1,50	1,50
<b>P4</b>	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	0,67	0,67	1,00	1,00	1,00
<b>P5</b>	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	0,67	0,67	1,00	1,00	1,00
<b>P6</b>	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	0,67	0,67	1,00	1,00	1,00
<b>P7</b>	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	0,67	0,67	1,00	1,00	1,00
<b>P8</b>	1,50	1,50	1,00	1,50	1,50	1,50	1,50	1,00	1,50	1,50	1,00	1,00	1,50	1,50	1,50
<b>P9</b>	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	0,67	0,67	1,00	1,00	1,00
<b>P10</b>	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	0,67	0,67	1,00	1,00	1,00
<b>P11</b>	1,50	1,50	1,00	1,50	1,50	1,50	1,50	1,00	1,50	1,50	1,00	1,00	1,50	1,50	1,50
<b>P12</b>	1,50	1,50	1,00	1,50	1,50	1,50	1,50	1,00	1,50	1,50	1,00	1,00	1,50	1,50	1,50
<b>P13</b>	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	0,67	0,67	1,00	1,00	1,00
<b>P14</b>	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	0,67	0,67	1,00	1,00	1,00
<b>P15</b>	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,00	0,67	0,67	1,00	1,00	1,00

MATRIZ DE COMPARAÇÕES PARITÁRIAS ENTRE OS POSTOS ESTUDADOS PARA O CRITÉRIO DE ANÁLISE  
POÇOS DE MONITORAMENTO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>	<b>P11</b>	<b>P12</b>	<b>P13</b>	<b>P14</b>	<b>P15</b>
<b>P1</b>	1,00	1,39	0,65	1,00	1,00	0,55	3,79	1,20	0,55	2,30	6,63	1,02	6,63	6,63	0,41
<b>P2</b>	0,72	1,00	0,46	0,72	0,72	0,39	2,71	0,86	0,39	1,65	4,75	0,73	4,75	4,75	0,30
<b>P3</b>	1,55	2,16	1,00	1,55	1,55	0,85	5,86	1,86	0,85	3,57	10,25	1,58	10,25	10,25	0,64
<b>P4</b>	1,00	1,39	0,65	1,00	1,00	0,55	3,79	1,20	0,55	2,30	6,63	1,02	6,63	6,63	0,41
<b>P5</b>	1,00	1,39	0,65	1,00	1,00	0,55	3,79	1,20	0,55	2,30	6,63	1,02	6,63	6,63	0,41
<b>P6</b>	1,83	2,55	1,18	1,83	1,83	1,00	6,93	2,20	1,00	4,22	12,13	1,87	12,13	12,13	0,76
<b>P7</b>	0,26	0,37	0,17	0,26	0,26	0,14	1,00	0,32	0,14	0,61	1,75	0,27	1,75	1,75	0,11
<b>P8</b>	0,83	1,16	0,54	0,83	0,83	0,45	3,14	1,00	0,45	1,91	5,50	0,85	5,50	5,50	0,34
<b>P9</b>	1,83	2,55	1,18	1,83	1,83	1,00	6,93	2,20	1,00	4,22	12,13	1,87	12,13	12,13	0,76
<b>P10</b>	0,43	0,61	0,28	0,43	0,43	0,24	1,64	0,52	0,24	1,00	2,88	0,44	2,88	2,88	0,18
<b>P11</b>	0,15	0,21	0,10	0,15	0,15	0,08	0,57	0,18	0,08	0,35	1,00	0,15	1,00	1,00	0,06
<b>P12</b>	0,98	1,37	0,63	0,98	0,98	0,54	3,71	1,18	0,54	2,26	6,50	1,00	6,50	6,50	0,41
<b>P13</b>	0,15	0,21	0,10	0,15	0,15	0,08	0,57	0,18	0,08	0,35	1,00	0,15	1,00	1,00	0,06
<b>P14</b>	0,15	0,21	0,10	0,15	0,15	0,08	0,57	0,18	0,08	0,35	1,00	0,15	1,00	1,00	0,06
<b>P15</b>	2,42	3,37	1,56	2,42	2,42	1,32	9,14	2,91	1,32	5,57	16,00	2,46	16,00	16,00	1,00

MATRIZ DE COMPARAÇÕES PARITÁRIAS ENTRE OS POSTOS ESTUDADOS PARA O CRITÉRIO DE ANÁLISE  
TROCA DE ÓLEO LUBRIFICANTE

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
<b>P1</b>	1,00	1,00	2,20	1,00	1,00	1,00	1,00	2,20	1,00	1,00	1,00	1,00	2,20	2,20	2,20
<b>P2</b>	1,00	1,00	2,20	1,00	1,00	1,00	1,00	2,20	1,00	1,00	1,00	1,00	2,20	2,20	2,20
<b>P3</b>	0,45	0,45	1,00	0,45	0,45	0,45	0,45	1,00	0,45	0,45	0,45	0,45	1,00	1,00	1,00
<b>P4</b>	1,00	1,00	2,20	1,00	1,00	1,00	1,00	2,20	1,00	1,00	1,00	1,00	2,20	2,20	2,20
<b>P5</b>	1,00	1,00	2,20	1,00	1,00	1,00	1,00	2,20	1,00	1,00	1,00	1,00	2,20	2,20	2,20
<b>P6</b>	1,00	1,00	2,20	1,00	1,00	1,00	1,00	2,20	1,00	1,00	1,00	1,00	2,20	2,20	2,20
<b>P7</b>	1,00	1,00	2,20	1,00	1,00	1,00	1,00	2,20	1,00	1,00	1,00	1,00	2,20	2,20	2,20
<b>P8</b>	0,45	0,45	1,00	0,45	0,45	0,45	0,45	1,00	0,45	0,45	0,45	0,45	1,00	1,00	1,00
<b>P9</b>	1,00	1,00	2,20	1,00	1,00	1,00	1,00	2,20	1,00	1,00	1,00	1,00	2,20	2,20	2,20
<b>P10</b>	1,00	1,00	2,20	1,00	1,00	1,00	1,00	2,20	1,00	1,00	1,00	1,00	2,20	2,20	2,20
<b>P11</b>	1,00	1,00	2,20	1,00	1,00	1,00	1,00	2,20	1,00	1,00	1,00	1,00	2,20	2,20	2,20
<b>P12</b>	1,00	1,00	2,20	1,00	1,00	1,00	1,00	2,20	1,00	1,00	1,00	1,00	2,20	2,20	2,20
<b>P13</b>	0,45	0,45	1,00	0,45	0,45	0,45	0,45	1,00	0,45	0,45	0,45	0,45	1,00	1,00	1,00
<b>P14</b>	0,45	0,45	1,00	0,45	0,45	0,45	0,45	1,00	0,45	0,45	0,45	0,45	1,00	1,00	1,00
<b>P15</b>	0,45	0,45	1,00	0,45	0,45	0,45	0,45	1,00	0,45	0,45	0,45	0,45	1,00	1,00	1,00

MATRIZ DE COMPARAÇÕES PARITÁRIAS ENTRE OS POSTOS ESTUDADOS PARA O CRITÉRIO DE ANÁLISE PISO

	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>	<b>P11</b>	<b>P12</b>	<b>P13</b>	<b>P14</b>	<b>P15</b>
<b>P1</b>	1,00	1,00	0,47	0,68	0,44	0,34	0,44	0,44	0,44	0,68	0,68	0,39	0,18	1,47	0,68
<b>P2</b>	1,00	1,00	0,47	0,68	0,44	0,34	0,44	0,44	0,44	0,68	0,68	0,39	0,18	1,47	0,68
<b>P3</b>	2,11	2,11	1,00	1,43	0,93	0,73	0,93	0,93	0,93	1,43	1,43	0,82	0,39	3,10	1,43
<b>P4</b>	1,48	1,48	0,70	1,00	0,65	0,51	0,65	0,65	0,65	1,00	1,00	0,57	0,27	2,17	1,00
<b>P5</b>	2,27	2,27	1,08	1,54	1,00	0,78	1,00	1,00	1,00	1,54	1,54	0,88	0,42	3,33	1,54
<b>P6</b>	2,91	2,91	1,38	1,97	1,28	1,00	1,28	1,28	1,28	1,97	1,97	1,12	0,53	4,27	1,97
<b>P7</b>	2,27	2,27	1,08	1,54	1,00	0,78	1,00	1,00	1,00	1,54	1,54	0,88	0,42	3,33	1,54
<b>P8</b>	2,27	2,27	1,08	1,54	1,00	0,78	1,00	1,00	1,00	1,54	1,54	0,88	0,42	3,33	1,54
<b>P9</b>	2,27	2,27	1,08	1,54	1,00	0,78	1,00	1,00	1,00	1,54	1,54	0,88	0,42	3,33	1,54
<b>P10</b>	1,48	1,48	0,70	1,00	0,65	0,51	0,65	0,65	0,65	1,00	1,00	0,57	0,27	2,17	1,00
<b>P11</b>	1,48	1,48	0,70	1,00	0,65	0,51	0,65	0,65	0,65	1,00	1,00	0,57	0,27	2,17	1,00
<b>P12</b>	2,59	2,59	1,23	1,75	1,14	0,89	1,14	1,14	1,14	1,75	1,75	1,00	0,48	3,80	1,75
<b>P13</b>	5,45	5,45	2,58	3,69	2,40	1,88	2,40	2,40	2,40	3,69	3,69	2,11	1,00	8,00	3,69
<b>P14</b>	0,68	0,68	0,32	0,46	0,30	0,23	0,30	0,30	0,30	0,46	0,46	0,26	0,13	1,00	0,46
<b>P15</b>	1,48	1,48	0,70	1,00	0,65	0,51	0,65	0,65	0,65	1,00	1,00	0,57	0,27	2,17	1,00

MATRIZ DE COMPARAÇÕES PARITÁRIAS ENTRE OS POSTOS ESTUDADOS PARA O CRITÉRIO DE ANÁLISE CANALETAS PARA CONTENÇÃO DE VAZAMENTOS

	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>	<b>P11</b>	<b>P12</b>	<b>P13</b>	<b>P14</b>	<b>P15</b>
<b>P1</b>	1,00	1,32	0,73	1,93	0,51	0,26	0,89	0,58	0,58	0,43	1,32	0,51	0,24	1,93	1,93
<b>P2</b>	0,76	1,00	0,56	1,47	0,39	0,19	0,68	0,44	0,44	0,33	1,00	0,39	0,18	1,47	1,47
<b>P3</b>	1,36	1,80	1,00	2,63	0,69	0,35	1,22	0,79	0,79	0,59	1,80	0,69	0,33	2,63	2,63
<b>P4</b>	0,52	0,68	0,38	1,00	0,26	0,13	0,46	0,30	0,30	0,22	0,68	0,26	0,13	1,00	1,00
<b>P5</b>	1,97	2,59	1,44	3,80	1,00	0,50	1,75	1,14	1,14	0,84	2,59	1,00	0,48	3,80	3,80
<b>P6</b>	3,90	5,14	2,86	7,53	1,98	1,00	3,48	2,26	2,26	1,67	5,14	1,98	0,94	7,53	7,53
<b>P7</b>	1,12	1,48	0,82	2,17	0,57	0,29	1,00	0,65	0,65	0,48	1,48	0,57	0,27	2,17	2,17
<b>P8</b>	1,72	2,27	1,27	3,33	0,88	0,44	1,54	1,00	1,00	0,74	2,27	0,88	0,42	3,33	3,33
<b>P9</b>	1,72	2,27	1,27	3,33	0,88	0,44	1,54	1,00	1,00	0,74	2,27	0,88	0,42	3,33	3,33
<b>P10</b>	2,33	3,07	1,71	4,50	1,18	0,60	2,08	1,35	1,35	1,00	3,07	1,18	0,56	4,50	4,50
<b>P11</b>	0,76	1,00	0,56	1,47	0,39	0,19	0,68	0,44	0,44	0,33	1,00	0,39	0,18	1,47	1,47
<b>P12</b>	1,97	2,59	1,44	3,80	1,00	0,50	1,75	1,14	1,14	0,84	2,59	1,00	0,48	3,80	3,80
<b>P13</b>	4,14	5,45	3,04	8,00	2,11	1,06	3,69	2,40	2,40	1,78	5,45	2,11	1,00	8,00	8,00
<b>P14</b>	0,52	0,68	0,38	1,00	0,26	0,13	0,46	0,30	0,30	0,22	0,68	0,26	0,13	1,00	1,00
<b>P15</b>	0,52	0,68	0,38	1,00	0,26	0,13	0,46	0,30	0,30	0,22	0,68	0,26	0,13	1,00	1,00

MATRIZ DE COMPARAÇÕES PARITÁRIAS ENTRE OS POSTOS ESTUDADOS PARA O CRITÉRIO DE ANÁLISE LINHA DE RESPIRO

	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>	<b>P11</b>	<b>P12</b>	<b>P13</b>	<b>P14</b>	<b>P15</b>
<b>P1</b>	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	0,75	1,00	0,75	0,75	0,75	0,75	1,00	0,75	0,75	0,75
<b>P2</b>	1,33	1,00	1,33	1,33	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,00
<b>P3</b>	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	0,75	1,00	0,75	0,75	0,75	0,75	1,00	0,75	0,75	0,75
<b>P4</b>	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	0,75	1,00	0,75	0,75	0,75	0,75	1,00	0,75	0,75	0,75
<b>P5</b>	1,33	1,00	1,33	1,33	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,00
<b>P6</b>	1,33	1,00	1,33	1,33	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,00
<b>P7</b>	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	0,75	1,00	0,75	0,75	0,75	0,75	1,00	0,75	0,75	0,75
<b>P8</b>	1,33	1,00	1,33	1,33	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,00
<b>P9</b>	1,33	1,00	1,33	1,33	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,00
<b>P10</b>	1,33	1,00	1,33	1,33	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,00
<b>P11</b>	1,33	1,00	1,33	1,33	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,00
<b>P12</b>	1,00	0,75	1,00	1,00	0,75	0,75	1,00	0,75	0,75	0,75	0,75	1,00	0,75	0,75	0,75
<b>P13</b>	1,33	1,00	1,33	1,33	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,00
<b>P14</b>	1,33	1,00	1,33	1,33	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,00
<b>P15</b>	1,33	1,00	1,33	1,33	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,33	1,00	1,00	1,00

MATRIZ DE COMPARAÇÕES PARITÁRIAS ENTRE OS POSTOS ESTUDADOS PARA O CRITÉRIO DE ANÁLISE RESÍDUOS SÓLIDOS

	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>	<b>P11</b>	<b>P12</b>	<b>P13</b>	<b>P14</b>	<b>P15</b>
<b>P1</b>	1,00	0,72	0,72	1,63	1,63	1,44	0,72	1,00	1,63	1,63	1,44	1,63	1,63	0,72	0,93
<b>P2</b>	1,38	1,00	1,00	2,25	2,25	2,00	1,00	1,38	2,25	2,25	2,00	2,25	2,25	1,00	1,29
<b>P3</b>	1,38	1,00	1,00	2,25	2,25	2,00	1,00	1,38	2,25	2,25	2,00	2,25	2,25	1,00	1,29
<b>P4</b>	0,62	0,44	0,44	1,00	1,00	0,89	0,44	0,62	1,00	1,00	0,89	1,00	1,00	0,44	0,57
<b>P5</b>	0,62	0,44	0,44	1,00	1,00	0,89	0,44	0,62	1,00	1,00	0,89	1,00	1,00	0,44	0,57
<b>P6</b>	0,69	0,50	0,50	1,13	1,13	1,00	0,50	0,69	1,13	1,13	1,00	1,13	1,13	0,50	0,64
<b>P7</b>	1,38	1,00	1,00	2,25	2,25	2,00	1,00	1,38	2,25	2,25	2,00	2,25	2,25	1,00	1,29
<b>P8</b>	1,00	0,72	0,72	1,63	1,63	1,44	0,72	1,00	1,63	1,63	1,44	1,63	1,63	0,72	0,93
<b>P9</b>	0,62	0,44	0,44	1,00	1,00	0,89	0,44	0,62	1,00	1,00	0,89	1,00	1,00	0,44	0,57
<b>P10</b>	0,62	0,44	0,44	1,00	1,00	0,89	0,44	0,62	1,00	1,00	0,89	1,00	1,00	0,44	0,57
<b>P11</b>	0,69	0,50	0,50	1,13	1,13	1,00	0,50	0,69	1,13	1,13	1,00	1,13	1,13	0,50	0,64
<b>P12</b>	0,62	0,44	0,44	1,00	1,00	0,89	0,44	0,62	1,00	1,00	0,89	1,00	1,00	0,44	0,57
<b>P13</b>	0,62	0,44	0,44	1,00	1,00	0,89	0,44	0,62	1,00	1,00	0,89	1,00	1,00	0,44	0,57
<b>P14</b>	1,38	1,00	1,00	2,25	2,25	2,00	1,00	1,38	2,25	2,25	2,00	2,25	2,25	1,00	1,29
<b>P15</b>	1,08	0,78	0,78	1,75	1,75	1,56	0,78	1,08	1,75	1,75	1,56	1,75	1,75	0,78	1,00

MATRIZ DE COMPARAÇÕES PARITÁRIAS ENTRE OS POSTOS ESTUDADOS PARA O CRITÉRIO DE ANÁLISE ADMINISTRAÇÃO

	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>	<b>P11</b>	<b>P12</b>	<b>P13</b>	<b>P14</b>	<b>P15</b>
<b>P1</b>	1,00	1,00	1,13	4,33	1,18	0,90	1,86	1,37	1,63	3,71	4,33	1,30	1,30	4,33	0,96
<b>P2</b>	1,00	1,00	1,13	4,33	1,18	0,90	1,86	1,37	1,63	3,71	4,33	1,30	1,30	4,33	0,96
<b>P3</b>	0,88	0,88	1,00	3,83	1,05	0,79	1,64	1,21	1,44	3,29	3,83	1,15	1,15	3,83	0,85
<b>P4</b>	0,23	0,23	0,26	1,00	0,27	0,21	0,43	0,32	0,38	0,86	1,00	0,30	0,30	1,00	0,22
<b>P5</b>	0,85	0,85	0,96	3,67	1,00	0,76	1,57	1,16	1,38	3,14	3,67	1,10	1,10	3,67	0,81
<b>P6</b>	1,12	1,12	1,26	4,83	1,32	1,00	2,07	1,53	1,81	4,14	4,83	1,45	1,45	4,83	1,07
<b>P7</b>	0,54	0,54	0,61	2,33	0,64	0,48	1,00	0,74	0,88	2,00	2,33	0,70	0,70	2,33	0,52
<b>P8</b>	0,73	0,73	0,83	3,17	0,86	0,66	1,36	1,00	1,19	2,71	3,17	0,95	0,95	3,17	0,70
<b>P9</b>	0,62	0,62	0,70	2,67	0,73	0,55	1,14	0,84	1,00	2,29	2,67	0,80	0,80	2,67	0,59
<b>P10</b>	0,27	0,27	0,30	1,17	0,32	0,24	0,50	0,37	0,44	1,00	1,17	0,35	0,35	1,17	0,26
<b>P11</b>	0,23	0,23	0,26	1,00	0,27	0,21	0,43	0,32	0,38	0,86	1,00	0,30	0,30	1,00	0,22
<b>P12</b>	0,77	0,77	0,87	3,33	0,91	0,69	1,43	1,05	1,25	2,86	3,33	1,00	1,00	3,33	0,74
<b>P13</b>	0,77	0,77	0,87	3,33	0,91	0,69	1,43	1,05	1,25	2,86	3,33	1,00	1,00	3,33	0,74
<b>P14</b>	0,23	0,23	0,26	1,00	0,27	0,21	0,43	0,32	0,38	0,86	1,00	0,30	0,30	1,00	0,22
<b>P15</b>	1,04	1,04	1,17	4,50	1,23	0,93	1,93	1,42	1,69	3,86	4,50	1,35	1,35	4,50	1,00



**ANEXO II – MATRIZES DE COMPARAÇÕES PARITÁRIAS ENTRE  
RESÍDUOS GERADOS SEGUNDO CRITÉRIOS DE ANÁLISE**

MATRIZ DE COMPARAÇÕES PARITÁRIAS ENTRE OS VALORES ATRIBUÍDOS AOS RESÍDUOS GERADOS PARA O CRITÉRIO DE ANÁLISE LEGISLAÇÃO (RA)

	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>G3</b>	<b>G4</b>	<b>G5</b>	<b>G6</b>	<b>G7</b>	<b>G8</b>	<b>G9</b>	<b>G10</b>	<b>G11</b>	<b>G12</b>	<b>G13</b>	<b>G14</b>	<b>G15</b>	<b>G16</b>
<b>G1</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	0,333	1,000	1,000	0,111	0,333
<b>G2</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	0,333	1,000	1,000	0,111	0,333
<b>G3</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	0,333	1,000	1,000	0,111	0,333
<b>G4</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	0,333	1,000	1,000	0,111	0,333
<b>G5</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	0,333	1,000	1,000	0,111	0,333
<b>G6</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	0,333	1,000	1,000	0,111	0,333
<b>G7</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	0,333	1,000	1,000	0,111	0,333
<b>G8</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	0,333	1,000	1,000	0,111	0,333
<b>G9</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	0,333	1,000	1,000	0,111	0,333
<b>G10</b>	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	1,000	3,000	1,000	3,000	3,000	0,333	1,000
<b>G11</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	0,333	1,000	1,000	0,111	0,333
<b>G12</b>	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	1,000	3,000	1,000	3,000	3,000	0,333	1,000
<b>G13</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	0,333	1,000	1,000	0,111	0,333
<b>G14</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	0,333	1,000	1,000	0,111	0,333
<b>G15</b>	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	3,000	9,000	3,000	9,000	9,000	1,000	3,000
<b>G16</b>	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	1,000	3,000	1,000	3,000	3,000	0,333	1,000





MATRIZ DE COMPARAÇÕES PARITÁRIAS ENTRE OS VALORES ATRIBUÍDOS AOS RESÍDUOS GERADOS PARA O CRITÉRIO DE ANÁLISE QUANTIDADE GERADA (RD)

	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>G3</b>	<b>G4</b>	<b>G5</b>	<b>G6</b>	<b>G7</b>	<b>G8</b>	<b>G9</b>	<b>G10</b>	<b>G11</b>	<b>G12</b>	<b>G13</b>	<b>G14</b>	<b>G15</b>	<b>G16</b>
<b>G1</b>	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,500	0,500	0,500	0,500	0,333	0,500
<b>G2</b>	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,500	0,500	0,500	0,500	0,333	0,500
<b>G3</b>	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,500	0,500	0,500	0,500	0,333	0,500
<b>G4</b>	3,000	3,000	3,000	1,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	1,500	1,500	1,500	1,500	1,000	1,500
<b>G5</b>	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,500	0,500	0,500	0,500	0,333	0,500
<b>G6</b>	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,500	0,500	0,500	0,500	0,333	0,500
<b>G7</b>	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,500	0,500	0,500	0,500	0,333	0,500
<b>G8</b>	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,500	0,500	0,500	0,500	0,333	0,500
<b>G9</b>	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,500	0,500	0,500	0,500	0,333	0,500
<b>G10</b>	1,000	1,000	1,000	0,333	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,500	0,500	0,500	0,500	0,333	0,500
<b>G11</b>	2,000	2,000	2,000	0,667	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,667	1,000
<b>G12</b>	2,000	2,000	2,000	0,667	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,667	1,000
<b>G13</b>	2,000	2,000	2,000	0,667	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,667	1,000
<b>G14</b>	2,000	2,000	2,000	0,667	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,667	1,000
<b>G15</b>	3,000	3,000	3,000	1,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	1,500	1,500	1,500	1,500	1,000	1,500
<b>G16</b>	2,000	2,000	2,000	0,667	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,667	1,000



MATRIZ DE COMPARAÇÕES PARITÁRIAS ENTRE OS VALORES ATRIBUÍDOS AOS RESÍDUOS GERADOS PARA O CRITÉRIO DE ANÁLISE FACILIDADE DE MINIMIZAÇÃO (RF)

	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>G3</b>	<b>G4</b>	<b>G5</b>	<b>G6</b>	<b>G7</b>	<b>G8</b>	<b>G9</b>	<b>G10</b>	<b>G11</b>	<b>G12</b>	<b>G13</b>	<b>G14</b>	<b>G15</b>	<b>G16</b>
<b>G1</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	0,333	0,333	0,333	3,000	3,000
<b>G2</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	0,333	0,333	0,333	3,000	3,000
<b>G3</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	0,333	0,333	0,333	3,000	3,000
<b>G4</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	0,333	0,333	0,333	3,000	3,000
<b>G5</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	0,333	0,333	0,333	3,000	3,000
<b>G6</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	0,333	0,333	0,333	3,000	3,000
<b>G7</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	0,333	0,333	0,333	3,000	3,000
<b>G8</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	0,333	0,333	0,333	3,000	3,000
<b>G9</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	0,333	0,333	0,333	3,000	3,000
<b>G10</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,333	0,333	0,333	0,333	3,000	3,000
<b>G11</b>	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	1,000	1,000	1,000	1,000	9,000	9,000
<b>G12</b>	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	1,000	1,000	1,000	1,000	9,000	9,000
<b>G13</b>	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	1,000	1,000	1,000	1,000	9,000	9,000
<b>G14</b>	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	1,000	1,000	1,000	1,000	9,000	9,000
<b>G15</b>	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,111	0,111	0,111	0,111	1,000	1,000
<b>G16</b>	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	0,111	0,111	0,111	0,111	1,000	1,000

MATRIZ DE COMPARAÇÕES PARITÁRIAS ENTRE OS VALORES ATRIBUÍDOS AOS RESÍDUOS GERADOS PARA O CRITÉRIO DE ANÁLISE POTENCIAL DE RECUPERAÇÃO DE SUBPRODUTOS COM VALOR AGREGADO (RG)

	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>G3</b>	<b>G4</b>	<b>G5</b>	<b>G6</b>	<b>G7</b>	<b>G8</b>	<b>G9</b>	<b>G10</b>	<b>G11</b>	<b>G12</b>	<b>G13</b>	<b>G14</b>	<b>G15</b>	<b>G16</b>
<b>G1</b>	1,000	3,000	9,000	1,000	1,000	1,000	3,000	3,000	3,000	9,000	1,000	9,000	1,000	1,000	9,000	1,000
<b>G2</b>	0,333	1,000	3,000	0,333	0,333	0,333	1,000	1,000	1,000	3,000	0,333	3,000	0,333	0,333	3,000	0,333
<b>G3</b>	0,111	0,333	1,000	0,111	0,111	0,111	0,333	0,333	0,333	1,000	0,111	1,000	0,111	0,111	1,000	0,111
<b>G4</b>	1,000	3,000	9,000	1,000	1,000	1,000	3,000	3,000	3,000	9,000	1,000	9,000	1,000	1,000	9,000	1,000
<b>G5</b>	1,000	3,000	9,000	1,000	1,000	1,000	3,000	3,000	3,000	9,000	1,000	9,000	1,000	1,000	9,000	1,000
<b>G6</b>	1,000	3,000	9,000	1,000	1,000	1,000	3,000	3,000	3,000	9,000	1,000	9,000	1,000	1,000	9,000	1,000
<b>G7</b>	0,333	1,000	3,000	0,333	0,333	0,333	1,000	1,000	1,000	3,000	0,333	3,000	0,333	0,333	3,000	0,333
<b>G8</b>	0,333	1,000	3,000	0,333	0,333	0,333	1,000	1,000	1,000	3,000	0,333	3,000	0,333	0,333	3,000	0,333
<b>G9</b>	0,333	1,000	3,000	0,333	0,333	0,333	1,000	1,000	1,000	3,000	0,333	3,000	0,333	0,333	3,000	0,333
<b>G10</b>	0,111	0,333	1,000	0,111	0,111	0,111	0,333	0,333	0,333	1,000	0,111	1,000	0,111	0,111	1,000	0,111
<b>G11</b>	1,000	3,000	9,000	1,000	1,000	1,000	3,000	3,000	3,000	9,000	1,000	9,000	1,000	1,000	9,000	1,000
<b>G12</b>	0,111	0,333	1,000	0,111	0,111	0,111	0,333	0,333	0,333	1,000	0,111	1,000	0,111	0,111	1,000	0,111
<b>G13</b>	1,000	3,000	9,000	1,000	1,000	1,000	3,000	3,000	3,000	9,000	1,000	9,000	1,000	1,000	9,000	1,000
<b>G14</b>	1,000	3,000	9,000	1,000	1,000	1,000	3,000	3,000	3,000	9,000	1,000	9,000	1,000	1,000	9,000	1,000
<b>G15</b>	0,111	0,333	1,000	0,111	0,111	0,111	0,333	0,333	0,333	1,000	0,111	1,000	0,111	0,111	1,000	0,111
<b>G16</b>	1,000	3,000	9,000	1,000	1,000	1,000	3,000	3,000	3,000	9,000	1,000	9,000	1,000	1,000	9,000	1,000